

Potenziale neuer Mobilitätsformen und -technologien für eine nachhaltige Raumentwicklung

Wappelhorst, Sandra (Ed.); Jacoby, Christian (Ed.)

Veröffentlichungsversion / Published Version
Sammelwerk / collection

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:
Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL)

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Wappelhorst, S., & Jacoby, C. (Hrsg.). (2016). *Potenziale neuer Mobilitätsformen und -technologien für eine nachhaltige Raumentwicklung* (Arbeitsberichte der ARL, 18). Hannover: Verl. d. ARL. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-49805-1>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY-ND Lizenz (Namensnennung-Keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/deed.de>

Terms of use:

This document is made available under a CC BY-ND Licence (Attribution-NoDerivatives). For more Information see:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>



Potenziale neuer Mobilitätsformen und -technologien für eine nachhaltige Raumentwicklung

Christian Jacoby, Sandra Wappelhorst (Hrsg.)

Potenziale neuer Mobilitätsformen und -technologien für eine nachhaltige Raumentwicklung

Christian Jacoby, Sandra Wappelhorst (Hrsg.)

Es wurden überwiegend grammatische Formen gewählt, die weibliche und männliche Personen gleichermaßen einschließen. War dies nicht möglich, wurde zwecks besserer Lesbarkeit und aus Gründen der Vereinfachung nur eine geschlechtsspezifische Form verwendet.

Die Beitragsentwürfe der Autorinnen und Autoren wurden in der Arbeitsgruppe „Potenziale neuer Mobilitätsformen und -technologien für eine nachhaltige Raumentwicklung“ der Landesarbeitsgemeinschaft Bayern mehrfach diskutiert (interne Qualitätskontrolle). Das Manuskript wurde darüber hinaus einer wissenschaftlichen Begutachtung unterzogen (externe Qualitätskontrolle) und nach Berücksichtigung der Gutachterempfehlungen der Geschäftsstelle der ARL zur weiteren Bearbeitung und zur Veröffentlichung übergeben. Die wissenschaftliche Verantwortung für die Beiträge liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Wissenschaftliches Lektorat in der Geschäftsstelle der ARL:
Prof. Dr. Andreas Klee (klee@arl-net.de)

Arbeitsberichte der ARL 18
ISBN 978-3-88838-405-9 (PDF-Version)
ISSN 2193-1283 (PDF-Version)
Die PDF-Version ist unter shop.arl-net.de frei verfügbar (Open Access).
CC-Lizenz BY-ND 3.0 Deutschland

ISBN 978-3-88838-406-6 (Print-Version)
ISSN 2193-1542 (Print-Version)
Druck: Books on Demand GmbH, 22848 Norderstedt

Verlag der ARL – Hannover 2016
Akademie für Raumforschung und Landesplanung
Satz und Layout: C. Moghaddesi, G. Rojahn, O. Rose
Sprachliches Lektorat: C. M. Hein, H. Wegner

Zitierempfehlung für die Netzpublikation:
Jacoby, Christian; Wappelhorst, Sandra (Hrsg.) (2016):
Potenziale neuer Mobilitätsformen und -technologien für eine nachhaltige Raumentwicklung.
Hannover. = Arbeitsberichte der ARL 18.
URN: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0156-40599>

Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL®)
Leibniz-Forum für Raumwissenschaften
Hohenzollernstraße 11, 30161 Hannover
Tel. +49 511 34842-0, Fax +49 511 34842-41
arl@arl-net.de, www.arl-net.de

Inhalt

<i>Christian Jacoby, Sandra Wappelhorst</i>	Vorwort	IV
<i>Christian Jacoby, Nicole Braun</i>	Neue Mobilitätsformen und -technologien – Merkmale und Potenziale für eine nachhaltige Raumentwicklung	1
<i>Sandra Wappelhorst</i>	Bundes- und landespolitische Rahmenbedingungen der Elektromobilität – strukturnäumliche Implikationen	48
<i>Jörg Maier</i>	Mobilität älterer Menschen in ländlichen Räumen: Wie steht es dort um die Potenziale neuer Mobilitätsformen bzw. -technologien?	74
<i>Jürgen Weber</i>	Elektromobilität als Impulsgeber für ländliche Räume – Erste Erfahrungen aus dem südbayerischen Automobilcluster und dem Modellprojekt Elektromobilität im Bayerischen Wald (E-Wald)	87
<i>Christoph Ebert</i>	Erfahrungsbericht und Überblick zum Projekt e-GAP – Modellkommune Elektromobilität Garmisch-Partenkirchen: Elektromobilität im ländlich-touristischen Raum als Baustein für eine nachhaltige Entwicklung	107
<i>Ralf Klein</i>	Elektromobilität – Entwicklungen bei Pedelecs	126
<i>Klaus Bogenberger, Simone Weigl, Stefan Schmöller, Johannes Müller</i>	Entwicklung und Nutzungsstruktur von Carsharing-Systemen in Deutschland	157
<i>Hans-Martin Zademach, Annika-Kathrin Musch</i>	<i>Sharing is Caring?</i> Fahrradverleihsysteme im Kontext nachhaltiger Regionalentwicklung: Entwicklungen, Potenziale, Grenzen	175
<i>Christian Jacoby, Sandra Wappelhorst</i>	Potenziale neuer Mobilitätsformen und -technologien für eine nachhaltige Raumentwicklung – Fazit und Ausblick	205
	Kurzfassung / Abstract	221

Vorwort

Mobilitätsformen und insbesondere Mobilitätstechnologien unterliegen zurzeit erheblichen Veränderungsprozessen, eng verknüpft mit zunehmenden umweltpolitischen Anforderungen sowohl aus dem Bereich Energiewende/Klimaschutz als auch aus dynamischen Entwicklungen im Bereich der mobilen Anwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT).

Die Innovationen in diesen Bereichen, insbesondere die zunehmende Bedeutung der Elektromobilität und von Sharing-Angeboten (Carsharing, Bikessharing, Rollerssharing), bergen erhebliche Potenziale für die Umsetzung des Leitbildes einer nachhaltigen Mobilitäts- und Raumentwicklung.

Entsprechend muss es Aufgabe der Raumordnung und Regionalentwicklung sein, die Nutzung dieser Potenziale planerisch-konzeptionell zu unterstützen. Im Sinne einer zukunftsfesten, integrierten Mobilitäts- und Raumentwicklung geht es darum, die Ressourceneffizienz bezüglich der Energie- und Flächennutzung gerade auch im Verkehrswesen zu steigern, Mensch, Natur und Landschaft vor negativen Auswirkungen der Mobilitätsentwicklung zu schützen und die sozialräumlichen Anforderungen einer öffentlichen Daseinsvorsorge insbesondere in vom demografischen Wandel betroffenen strukturschwachen ländlichen Räumen wirksam anzugehen.

Innerhalb der Landesarbeitsgemeinschaft Bayern der Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) hat sich 2013 eine Arbeitsgruppe zusammengefunden, welche sich seitdem in verschiedenen Beiträgen aus unterschiedlichen wissenschaftlichen Blickwinkeln und praktischen Erfahrungshintergründen mit den Potenzialen neuer Mobilitätsformen und -technologien für eine nachhaltige Raumentwicklung auseinandergesetzt hat. Im Fokus der Arbeiten stehen die seit einigen Jahren stark an Bedeutung zunehmenden Bereiche Elektromobilität sowie Car- und Bikessharing. Weitere neuere Mobilitätsbereiche wie der Fernbusverkehr oder das autonome Fahren werden nur am Rande angesprochen oder gänzlich von der Betrachtung ausgeklammert, da der Band nicht den Anspruch erhebt, neue Mobilitätsformen und -technologien in ihrer Komplexität umfassend darzustellen. In räumlicher Hinsicht fokussieren die Beiträge überwiegend auf den bayerischen Untersuchungsraum.

Zielsetzung der Arbeitsgruppe war es, Chancen und Risiken der betrachteten neuen Mobilitätsformen und -technologien aufzuzeigen und dabei insbesondere ihre Nutzung bzw. Nutzbarkeit im Hinblick auf die Förderung einer nachhaltigen Mobilitäts- und Raumentwicklung einzuschätzen. Soweit erkennbar, sollten dabei auch die Unterschiede zwischen Verdichtungs- und ländlichen Räumen zur Sprache kommen. Schließlich war die Frage zu stellen, welche Möglichkeiten die Raumplanung (insbesondere die Raumordnung und Regionalentwicklung) hat, die diesbezügliche Entwicklung auf den verschiedenen Ebenen und in unterschiedlichen Akteurskonstellationen koordinierend und steuernd oder zumindest moderierend und fördernd zu begleiten.

In einem ersten Beitrag von Christian Jacoby und Nicole Braun (Institut für Verkehrswesen und Raumplanung an der Universität der Bundeswehr München) werden ein ausführlicher Überblick über die Potenziale neuer bzw. alternativer Mobilitätsformen und

-technologien gegeben und ihre möglichen Beiträge zu einer nachhaltigen Mobilitäts- und Raumentwicklung diskutiert.

Der sich anschließende Beitrag von Sandra Wappelhorst (Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ), Berlin) wertet vorhandene Strategien, Programme und Pläne vor allem für den Bereich der Elektromobilität aus, zeigt diesbezügliche Handlungsmöglichkeiten der Raumplanung auf und leitet aus den Befunden Forderungen an Politik und Planung im Hinblick auf Maßnahmen zum Ausbau der Elektromobilität ab.

Mit der Mobilität älterer Menschen in ländlichen Räumen beschäftigt sich sodann der Beitrag von Jörg Maier, der auf Basis von erfolgten Studienarbeiten am Lehrstuhl für Wirtschaftsgeographie an der Universität Bayreuth der Frage nachgeht, welche Bedeutung die Potenziale neuer Mobilitätsformen und -technologien für ältere Menschen derzeit haben und in Zukunft haben könnten.

Jürgen Weber (Regierung von Niederbayern) untersucht in seinem Beitrag die Elektromobilität als Impulsgeber für ländliche Räume und berichtet dabei insbesondere über die ersten Erfahrungen aus dem südbayerischen Automobilcluster und dem Modellprojekt „Elektromobilität im Bayerischen Wald“ (E-Wald).

Christoph Ebert vom Kompetenzzentrum Sport Gesundheit Technologie in Garmisch-Partenkirchen stellt das von ihm koordinierte Projekt „e-GAP – Modellkommune Elektromobilität Garmisch-Partenkirchen“ dar und hebt dabei auf die Bedeutung der Elektromobilität im ländlich-touristischen Raum als Baustein für eine nachhaltige Entwicklung ab.

Auf die Entwicklung und Nutzungsstrukturen bei Pedelecs, die im Bereich der Elektromobilität in Deutschland die bisher größte Dynamik aufweisen, geht Ralf Klein (Institut für Geographie und Geologie an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg) im Einzelnen sehr differenziert ein.

Auf Basis verschiedener Forschungsprojekte im Institut für Verkehrswesen und Raumplanung an der Universität der Bundeswehr München behandelt das Autorenteam Klaus Bogenberger, Simone Weikl, Stefan Schmöller und Johannes Müller die Entwicklung und Nutzungsstruktur von Carsharing-Systemen.

Hans-Martin Zademach und Annika-Kathrin Musch (Fachbereich Geographie an der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt) untersuchen in ihrem Beitrag unter der Fragestellung „Sharing is Caring?“ die Entwicklungen, Potenziale und Grenzen von Fahrradverleihsystemen im Kontext nachhaltiger Regionalentwicklung.

In einem Fazit fassen Christian Jacoby und Sandra Wappelhorst die wichtigsten Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Untersuchungen zusammen und stellen in einem Ausblick wesentliche Rahmenbedingungen und Herausforderungen für die zukünftige Mobilitätsentwicklung als bedeutsamer Baustein einer nachhaltigen Raumentwicklung dar.

Die Herausgeber dieses Sammelbands wünschen den Leserinnen und Lesern eine erkenntnisreiche Lektüre und hoffen, dass die Beiträge fachliche Impulse und praktische Hinweise für eine stärkere Beachtung bzw. Nutzung der Potenziale neuer Mobilitätsformen und -technologien in Forschung und Praxis der Raumordnung und Regionalentwicklung geben können.

Christian Jacoby und Sandra Wappelhorst

Christian Jacoby, Nicole Braun

Neue Mobilitätsformen und -technologien – Merkmale und Potenziale für eine nachhaltige Raumentwicklung

Gliederung

- 1 Einleitung
 - 1.1 Dynamische Entwicklung von Mobilitätsformen und -technologien
 - 1.2 Forschungsfragen für die Raumordnung und Regionalentwicklung
 - 1.3 Leitvorstellung und Grundsätze einer nachhaltigen Raumentwicklung und Mobilität im Bundesgebiet sowie im Freistaat Bayern
- 2 Neue/alternative Mobilitätsformen
 - 2.1 Bedarfsverkehre und besondere Busverkehre
 - 2.2 Mitfahrgelegenheit
 - 2.3 Carsharing und Fahrradverleihsysteme
 - 2.4 Intermodale Mobilitätsangebote
 - 2.5 Autonomes Fahren/selbstfahrende Automobile
- 3 Neue/alternative Antriebstechnologien
 - 3.1 Antriebe mit Gas, Biodiesel und Bioethanol
 - 3.2 Bivalente Antriebe
 - 3.3 Antriebe mit Batteriestrom
 - 3.4 Antriebe mit Brennstoffzellen/Wasserstoffstrom
 - 3.5 Hybridantriebe
- 4 Ausblick auf zukünftige Entwicklungen

Literatur

Kurzfassung

Der Beitrag verschafft einen aktuellen Überblick über die neuen bzw. alternativen Mobilitätsformen und -technologien in Deutschland. Neben der Beschreibung der jeweiligen Merkmale und derzeitigen Ausprägungen werden ihre wesentlichen Stärken und Schwächen sowie Chancen und Risiken für eine nachhaltige, die wirtschaftlichen, sozialen und umweltbezogenen Erfordernisse in Einklang bringende Entwicklung umrissen. Im Hinblick auf das Ziel einer dauerhaften, großräumig ausgewogenen Ordnung als Teil des bayerischen Leitbildes der Raumentwicklung „Gleichwertigkeit und Nachhaltigkeit“ wird zudem der Frage nachgegangen, welche Potenziale – Chancen wie Risiken – in den neuen Mobilitätsformen und -technologien für die verschiedenen Raumkategorien – Verdichtungs- und ländliche Räume – erkennbar sind.

Schlüsselwörter

Mobilität – Verkehrstechnologien – Raumentwicklung – Nachhaltigkeit – Verdichtungs-
räume – ländliche Räume

New forms of mobility and mobility technologies – Characteristics and potential for sustainable spatial development

Abstract

The article provides an up-to-date overview of new and alternative forms of mobility and mobility technologies in Germany. Discussion covers not only a description of their individual characteristics and current manifestations but also their principal strengths and weaknesses. It furthermore considers the opportunities and risks associated with a sustainable course of development that balances economic, social and environmental requirements. The Bavarian guiding principles for spatial development, “Equivalence and Sustainability”, include the aim of achieving balanced structures over a large area and in the long term. The paper pursues the question of what potential – opportunities and risks – the new forms of mobility and mobility technologies hold for the various categories of spatial order categories – urban agglomerations and rural areas.

Keywords

Spatial mobility – transportation technologies – spatial development – sustainability – urban agglomerations – rural areas

1 Einleitung

Die Entwicklung der verkehrlichen Mobilität¹ und der Raumstrukturen stehen bekanntlich in einer starken wechselseitigen Abhängigkeit (vgl. Kagermeier 1997; Gertz/Stein 2004; ARL 2011; Bay StMI OBB 2011a; ARE 2013). Neue Formen und Technologien im Bereich der Mobilität können mit erheblichen Auswirkungen auf die Entwicklung der Siedlungs-, Freiraum- und sonstigen Infrastrukturen verbunden sein. Umgekehrt prägen die derzeitigen und insbesondere zukünftige Raumstrukturen, welche durch die Raumordnung und Regionalentwicklung formell und informell koordiniert und gesteuert werden, die Potenziale respektive Chancen und Risiken, die mit der Einführung und Verbreitung neuer Mobilitätsformen und -technologien für die Umsetzung des Nachhaltigkeitspostulats verbunden sind.

Innerhalb der Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL) hat sich eine Arbeitsgruppe der Landesarbeitsgemeinschaft Bayern in den Jahren 2013 bis 2015 mit dieser Thematik anhand ausgewählter Projekte und Untersuchungen – vorwiegend im Freistaat Bayern – beschäftigt und die gewonnenen Erkenntnisse in einem Sammelband zusammengetragen. Mit diesem ersten Beitrag des Bandes wird ein Überblick zu den neuen Mobilitätsformen und -technologien gegeben, ihre technischen und raumrelevanten Merkmale werden herausgearbeitet und bereits heute erkennbare Potenziale (im Sinne von Chancen und Risiken) für eine nachhaltige Mobilitäts- und Raumentwicklung umrissen. Eine (vorläufige) Bewertung dieser Potenziale mit Schlussfolgerungen für die

¹ Im Folgenden wird unter dem Begriff „Mobilität“ jeweils die verkehrliche Mobilität verstanden.

Raumforschung und Regionalentwicklung wird unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus den einzelnen Beiträgen dieses Bandes in einem abschließenden Beitrag zusammenfassend dokumentiert.

1.1 Dynamische Entwicklung von Mobilitätsformen und -technologien

Die Entwicklung von Mobilitätsformen und insbesondere Mobilitätstechnologien ist in den letzten Jahren durch eine hohe Dynamik gekennzeichnet. Dazu beigetragen hat nicht zuletzt der enorme Bedeutungsgewinn moderner Informations- und Kommunikationstechnologien, die sogenannte Digitalisierung in Wirtschaft und Gesellschaft (Bundesregierung 2014a), mit denen sich große Chancen für die Etablierung neuer bzw. alternativer Mobilitätsformen ergeben haben (Lenz 2011; Aberle/Werbeck 2013; Frick/Höchli 2014). So werden flexiblere, attraktivere Bedienformen des öffentlichen Verkehrs (ÖV) gerade auch in ländlichen Räumen möglich, aber auch neuartige Mobilitätsangebote wie insbesondere das Car- und Bikesharing stoßen auf zunehmendes Interesse in einer sich wandelnden, multilokalen und multimodalen Gesellschaft.

In Verbindung mit einer intelligenten, intermodalen Vernetzung der Mobilitätsangebote zeigen sich erste Erfolge, den Modal Split, also die Aufteilung des Verkehrsaufkommens bzw. der Verkehrsleistungen zwischen den Verkehrsträgern Motorisierter Individualverkehr (IV), Öffentlicher Verkehr (ÖV), Rad- und Fußverkehr, zugunsten der umweltfreundlicheren Verkehrsmittel (ÖV, Fuß- und Radverkehr, sogenannter Umweltverbund) zu verschieben (vgl. Kapitel 2). Welche Bedeutung in diesem Zusammenhang neue Technologien für selbstfahrende Autos („autonomes Fahren“) einnehmen könnten, kann in diesem Beitrag nur kurz thematisiert werden (vgl. Kapitel 2.5).

Getrieben von der Energie-, Klimaschutz- und Umweltpolitik sind in den letzten Jahren auch wichtige Innovationen auf dem Gebiet der Mobilitätstechnologien, speziell der Antriebstechnologien, auf den Markt gekommen. Besondere Bedeutung kommt dabei der Elektromobilität mit batteriebetriebenen elektrischen Motoren zu (BMVBS 2011b; BMUB 2014c: 22). Als Übergangstechnologie wird die Hybrid-Motorentechnik betrachtet, bei der sich Verbrennungs- und Elektromotoren zu einem kombinierten Antriebsblock gegenseitig ergänzen (vgl. Kapitel 3).

„Intelligente Mobilität“ wird im Rahmen der „Hightech-Strategie“ der Bundesregierung als eine der sechs prioritären Zukunftsaufgaben betrachtet, die von großer Innovationsdynamik geprägt sind und wirtschaftliches Wachstum und Wohlstand versprechen. In Verbindung damit stehen zwei weitere prioritäre Zukunftsaufgaben, die Bereiche „Nachhaltiges Wirtschaften und Energie“ und „Gesundes Leben“ (Deutscher Bundestag 2015: 25; zu den bundes- und landespolitischen Zielvorstellungen einer nachhaltigen Mobilität vgl. ausführlich den Beitrag von Wappelhorst in diesem Band).

Die neuen Formen und Technologien einer intelligenten Mobilität stoßen auf regional unterschiedliche Entwicklungen der Mobilitätsnachfrage und des Verkehrsaufkommens, die neben den überregionalen Relationen und dem Transitverkehr vor allem auch in der divergierenden Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung von Verdichtungsregionen und ländlichen Räumen begründet sind. Das regionale Verkehrsaufkommen und die Verkehrsmittelwahl hängen dabei deutlich von den Siedlungsdichten sowie den Erreichbarkeiten von Arbeitsplätzen und zentralen Versorgungseinrichtungen mit den Mitteln des öffentlichen und des Individualverkehrs ab.

1.2 Forschungsfragen für die Raumordnung und Regionalentwicklung

Die Raumentwicklung im Ganzen wie auch die Mobilitätsentwicklung im Besonderen sind dem Leitbild der Nachhaltigkeit verpflichtet (vgl. Bundesregierung 2012; Bayerische Staatsregierung 2013; Bertelsmann Stiftung 2014). Damit stellen sich im Hinblick auf die dynamischen Entwicklungen im Bereich der Mobilitätsformen und -technologien aus Sicht der Raumordnung und Regionalentwicklung zentrale Forschungsfragen:

- Welche Angebots- und Nachfragepotenziale bestehen bezüglich neuer Mobilitätsformen und -technologien und welche Unterschiede zeigen sich hierbei zwischen Verdichtungsräumen und ländlichen Räumen in Bayern bzw. allgemein in Deutschland?
- Welche Potenziale (Chancen und Risiken) liegen in den neuen Mobilitätsformen und -technologien für eine dauerhaft umweltgerechte, nachhaltige Mobilitätsentwicklung?
- Welche Beiträge können neue Mobilitätsformen und -technologien für eine nachhaltige Raumentwicklung mit gleichwertigen Lebensbedingungen in allen Teilräumen leisten?
- Welche Erfordernisse und Möglichkeiten ergeben sich für die Raumordnung und Regionalentwicklung, auf die weitere Ausbreitung neuer Mobilitätsformen und -technologien im Hinblick auf das Leitbild der nachhaltigen Raumentwicklung rahmensetzend und koordinierend sowie informatorisch und persuasiv Einfluss zu nehmen?

Bevor nun die Potenziale ausgewählter neuer Mobilitätsformen und -technologien im Einzelnen beschrieben werden und dabei Reflexionen auf die formulierten Forschungsfragen erfolgen, sollen im Folgenden zunächst die Nachhaltigkeitsstrategien im Bereich der Raum- und Mobilitätsentwicklung genauer betrachtet werden.

1.3 Leitvorstellung und Grundsätze einer nachhaltigen Raumentwicklung und Mobilität im Bundesgebiet sowie im Freistaat Bayern

Mit der Einführung bzw. Förderung und Verbreitung neuer/alternativer Mobilitätsformen und -technologien ist neben den wirtschaftspolitischen Interessen die Zielsetzung verbunden, den Bereich der verkehrlichen Mobilität als einen wesentlichen Gegenstand der Klima- und Umweltpolitik umweltverträglicher zu gestalten und letztlich auch unter sozialen und wirtschaftlichen Aspekten einer dauerhaften, nachhaltigen Entwicklung zuzuführen (Bundesregierung 2013, BMUB 2014c).

Um die Potenziale neuer Mobilitätsformen und -technologien im Hinblick auf ihre Beiträge zu einer nachhaltigen Raumentwicklung erfassen und bewerten zu können, muss zunächst Klarheit über den Bewertungshintergrund „nachhaltige Raumentwicklung und Mobilität“ geschaffen werden (vgl. auch die eingehende Analyse von bundes- und landespolitischen Zielvorstellungen einer nachhaltigen Mobilität bei Wappelhorst in diesem Band).

Die Aufgaben der Raumordnung sind gemäß § 1 Abs. 2 Raumordnungsgesetz (ROG) unter der Leitvorstellung der nachhaltigen Raumentwicklung zu erfüllen, wonach die sozialen und wirtschaftlichen Ansprüche an den Raum mit seinen ökologischen Funktionen in Einklang zu bringen und zu einer dauerhaften, großräumig ausgewogenen Ordnung zu führen sind.

Im Bayerischen Landesplanungsgesetz (BayLplG), welches in der Fassung vom 25. Juni 2012 als „Vollgesetz“ für die bayerische Raumplanung alleine maßgebend ist, wird die nachhaltige Raumentwicklung in Art. 5 Abs. 2 ähnlich definiert und dabei als „Leitmaßstab der Landesplanung“ bezeichnet. In Art. 6 Abs. 2 Nr. 1 BayLplG wird die nachhaltige Raumentwicklung als erster der Grundsätze der Raumordnung differenzierter ausgelegt und dabei insbesondere der angestrebte Ausgleich raumstruktureller Diversitäten stärker betont: „Im gesamten Staatsgebiet und in seinen Teilräumen sollen ausgeglichene infrastrukturelle, wirtschaftliche, ökologische, soziale und kulturelle Verhältnisse angestrebt werden. Dabei sollen in allen Teilräumen die nachhaltige Daseinsvorsorge gesichert, nachhaltiges Wirtschaftswachstum und Innovation unterstützt, Entwicklungspotenziale und eine raumtypische Biodiversität gesichert, Gestaltungsmöglichkeiten mittel- und langfristig offengehalten und Ressourcen geschützt werden. Demographischen, wirtschaftlichen, sozialen und anderen raumstrukturverändernden Herausforderungen soll Rechnung getragen werden. Auf einen Ausgleich raumstruktureller Ungleichgewichte zwischen den einzelnen Teilräumen soll hingewirkt werden“ (Art. 6 Abs. 2 Nr. 1 BayLplG).

Gleichwertige Lebens- und Arbeitsbedingungen in allen Teilräumen werden im Bayerischen Landesplanungsgesetz als hervorgehobenes „Leitziel“ ausgegeben (Art. 5 Abs. 1 BayLplG), während im Raumordnungsgesetz des Bundes diese Zielsetzung in den Grundsätzen der Raumordnung (§ 2 Abs. 2 Nr. 1 ROG) integriert ist. Die verkehrliche bzw. räumliche Mobilität stellt sich in vielfältiger Weise als wichtiger Baustein einer nachhaltigen Raumentwicklung dar.

Tab. 1: Nachhaltigkeitsgrundsätze in Raumordnungsgesetz und Bayerischem Landesplanungsgesetz für die Mobilitätsentwicklung

Grundsätze der Raumordnung mit besonderer Bedeutung für eine dauerhaft umweltgerechte, nachhaltige Mobilitätsentwicklung	§ 2 (2) ROG	Art. 6 (2) Bay LplG
Ausgeglichene wirtschaftliche, infrastrukturelle, soziale, ökologische und kulturelle Verhältnisse sind anzustreben. Nachhaltige Daseinsvorsorge ist (in allen Teilräumen) zu sichern. → Erfordert entsprechende Erreichbarkeiten/Mobilitätsangebote.	Nr. 1	Vgl. Nr. 1
Ressourcen sind nachhaltig zu schützen. → Erfordert energieeffiziente, Flächen sparende Mobilitätsangebote.	Nr. 1	Vgl. Nr. 1
Auf Kooperationen innerhalb von Regionen und von Regionen miteinander sowie unter anderem auf Stadt-Land-Partnerschaften ist hinzuwirken. → Zielt unter anderem auch auf regionale Verkehrsverbünde.	Nr. 2	Vgl. Nr. 2
Die Siedlungsentwicklung ist räumlich zu konzentrieren, vorrangig auf vorhandene Siedlungen mit ausreichender Infrastruktur und auf Zentrale Orte auszurichten. → Erfordert attraktive Verkehrsinfrastruktur, insbesondere ÖV-Angebote.	Nr. 2	Vgl. Nr. 2
Freiraum ist zu schützen, ein Freiraumverbundsystem zu schaffen, Landschaftszerschneidung zu vermeiden, Flächeninanspruchnahme im Freiraum zu begrenzen. → Erfordert Flächen sparende, Freiraum schonende Verkehrsinfrastruktur.	Nr. 2	Vgl. Nr. 2

Versorgung mit Dienstleistungen und Infrastrukturen der Daseinsvorsorge, insbesondere die Erreichbarkeit von Einrichtungen und Angeboten der Grundversorgung für alle Bevölkerungsgruppen, ist zur Sicherung von Chancengerechtigkeit in den Teilräumen, auch in dünn besiedelten Regionen, in angemessener Weise zu gewährleisten. → Erfordert entsprechende Erreichbarkeiten/Mobilitätsangebote.	Nr. 3	Vgl. Nr. 2
Die soziale Infrastruktur ist vorrangig in Zentralen Orten zu bündeln; die Erreichbarkeits- und Tragfähigkeitskriterien des Zentrale-Orte-Konzepts sind flexibel an regionalen Erfordernissen auszurichten. Räumliche Voraussetzungen für die Erhaltung der Innenstädte und örtlichen Zentren als zentrale Versorgungsbereiche sind zu schaffen. → Fördert die Vermeidung von Verkehrsaufkommen und den Umweltverbund.	Nr. 3	Vgl. Nr. 3
Räumliche Voraussetzungen für nachhaltige Mobilität und ein integriertes Verkehrssystem sind zu schaffen. → Fördert energieeffiziente und klimaschonende, intermodale Mobilitätsangebote.	Nr. 3	Vgl. Nr. 3
Auf gute und verkehrssichere Erreichbarkeit der Teilräume untereinander durch schnellen und reibungslosen Personen- und Güterverkehr ist hinzuwirken. → Fördert wirtschaftliche Entwicklung und sozialverträgliche Erreichbarkeiten.	Nr. 3	Vgl. Nr. 3
Vor allem in verkehrlich hoch belasteten Räumen und Korridoren sind die Voraussetzungen zur Verlagerung von Verkehr auf umweltverträglichere Verkehrsträger wie Schiene und Wasserstraße zu verbessern. Raumstrukturen sind so zu gestalten, dass die Verkehrsbelastung verringert und zusätzlicher Verkehr vermieden wird. → Fördert Verkehrsvermeidung und Verkehrsverlagerung auf den Umweltverbund.	Nr. 3	Vgl. Nr. 3
Die erstmalige Inanspruchnahme von Freiflächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke ist zu vermindern, insbesondere durch die vorrangige Ausschöpfung der Potenziale für die Wiedernutzbarmachung von Flächen, für Nachverdichtung und andere Maßnahmen zur Innenentwicklung sowie zur Entwicklung vorhandener Verkehrsflächen. → Erfordert Flächen sparende Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsmeidung.	Nr. 6	Vgl. Nr. 2
Den räumlichen Erfordernissen des Klimaschutzes ist Rechnung zu tragen, sowohl durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen. → Erfordert energieeffiziente, klimaschonende Mobilitätsformen und -technologien.	Nr. 6	Vgl. Nr. 7

Entsprechend weisen die in § 2 ROG und Art. 6 BayLplG enthaltenen Grundsätze der Raumordnung zahlreiche Bezüge zur Mobilitätsentwicklung auf (vgl. Tab. 1), die als qualitative Bewertungsmaßstäbe für die Frage heranzuziehen sind, welche Potenziale (Chancen und Risiken) die neuen Mobilitätsformen und -technologien für eine nachhaltige Raumentwicklung mit sich bringen können.

Aus nationaler Perspektive wird die Nachhaltigkeit der Mobilitätsentwicklung im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung (Bundesregierung 2002) über den zentralen Indikator der Transportintensität definiert. Damit ausgedrückt ist das Verhältnis zwischen der Entwicklung der Verkehrs- bzw. Transportleistungen (Personenkilometer beim Personenverkehr, Tonnenkilometer beim Güterverkehr) und der Entwicklung des

Bruttoinlandsprodukts (BIP). Es geht hierbei also um die Frage, ob eine Steigerung der Verkehrsleistungen, die mit den bekannten, zusätzlichen Umweltbelastungen (insbesondere in den Bereichen Energie und Klima, Lärm und Luftschadstoffe, Flächeninanspruchnahme und Landschaftszerschneidung) verbunden ist, zu einem vergleichbar hohen Zuwachs an gesellschaftlichem Wohlstand (wirtschaftliche und soziale Belange) führt, oder ob eine vergleichsweise geringe Wohlstandssteigerung mit relativ hohen verkehrsbedingten Umweltbelastungen erkaufte wird. Ergänzend werden die Anteile des (im Vergleich zum Straßengüterverkehr per Lkw) als umweltfreundlicher geltenden Schienenverkehrs und der Binnenschifffahrt an der Güterbeförderungsleistung als Indikatoren angeführt. Andere Indikatoren der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie aus den Bereichen Energie, Klimaschutz, Luftschadstoffe, Flächeninanspruchnahme/Bodenschutz und Gesundheit ermöglichen indirekt Aussagen über die Nachhaltigkeit der Mobilitätsentwicklung. Aktuelle Vorschläge zur Weiterentwicklung des Indikatorensets für den Bereich Mobilität liegen vor (UBA 2015a) und bedürfen der Umsetzung bei der Fortschreibung der Nachhaltigkeitsstrategie und des Nachhaltigkeitsmonitorings.

Für den Bereich des Personenverkehrs, der in diesem Beitrag näher betrachtet wird, ist es das Ziel der Bundesregierung, die Verkehrsleistung in Relation zum BIP bis 2010 um 10 % und bis 2020 um 20 % gegenüber dem Ausgangswert von 1999 zu senken (Bundesregierung 2002: 116). Wie der letzte Fortschrittsbericht zur Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie zeigt (Bundesregierung 2012), konnten insgesamt lediglich geringe Erfolge in Richtung Zielerreichung festgestellt werden. Die Zielmarken für die Transportintensität in 2020 werden absehbar nicht erreicht werden können. Auch in anderen wichtigen Umweltbereichen, die von der Verkehrsentwicklung unmittelbar betroffen sind, wie Reduzierung der Flächenneuanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke (30-ha-Ziel für 2020), Klimaschutz (40 %-Ziel für 2020 bezüglich Treibhausgasemissionen), Luftreinhaltung (Feinstaub, Stickstoffdioxid) oder Lärmschutz, sind allenfalls kleinere Fortschritte zu erkennen. Nach wie vor besteht im Hinblick auf eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung großer Handlungsbedarf. Entsprechende zukunftsgerichtete Strategien und Programme wurden in den vergangenen Jahren erarbeitet und harren der konsequenten Umsetzung (Bracher/Gies/Thiemann-Linden 2014).

2 Neue/alternative Mobilitätsformen

Neue bzw. alternative Mobilitätsformen umfassen eine Vielzahl unterschiedlicher Systeme und Varianten, die teilweise schon vor vielen Jahren entwickelt wurden (vgl. BMVBS/BBSR 2009a; BMVBS/BBSR 2009b), nun aber vor dem Hintergrund des demografischen und gesellschaftlichen Wandels zunehmend an Bedeutung gewinnen und aufgrund dynamischer Entwicklungen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien erweiterte Einsatzmöglichkeiten bieten. Hinzu kommen gesetzliche Veränderungen, die den Fernbusverkehr in Deutschland als weitere neue Mobilitätsform ermöglicht haben; diese wird jedoch in dieser Untersuchung ausgeklammert. Im Folgenden werden nun die ausgewählten Mobilitätsformen näher beleuchtet und deren Funktionen und Merkmale mithilfe einzelner Indikatoren in einer vergleichenden Weise gegenübergestellt:

- Bedarfsverkehre und besondere Busverkehre:
 - Anrufsammeltaxi
 - Rufbus
 - Bürgerbus
 - Kombibus

- Mitfahrgelegenheit
- Carsharing
- Fahrradverleihsysteme

Zur Gewährleistung eines umfassenden und aussagekräftigen Überblicks über die jeweiligen Systeme werden diese anhand der aufgeführten Indikatoren näher beleuchtet:

- Einsatzgebiet
- Räumliche Ausbreitung
- Fortbewegungsmittel
- Betreiber
- Fahrer
- Kosten
- Zugang zum Verkehrsmittel
- Beginn und Ende der Fahrt

2.1 Bedarfsverkehre und besondere Busverkehre

In den geringer verdichteten ländlichen Räumen Deutschlands wurden die Liniennetze und Bedienungsqualitäten des öffentlichen Personenverkehrs in den vergangenen Jahrzehnten aus wirtschaftlichen Gründen immer weiter ausgedünnt. Angebotsorientierte ÖV-Konzepte fuhren vielerorts erhebliche Defizite ein und wurden durch stärker nachfrageorientierte Lösungen ersetzt, was in vielen ländlichen Regionen zum Rückzug von Bahnen und Bussen aus der Fläche führte.

In diesen sich so ausbreitenden Nischenmärkten ohne leistungsfähige, liniengebundene ÖPNV-Angebote wurden immer häufiger „alternative“ Mobilitätsformen etabliert. Neben dem schon länger bekannten Angebot des Anrufsammeltaxis haben sich in den vergangenen Jahren neuere, besondere öffentliche und halböffentliche Angebote im Bereich des ÖPNV mit (Klein-)Bussen verbreitet.

Anrufsammeltaxi

Das Prinzip des sogenannten Anrufsammeltaxis (kurz: AST) dient in erster Linie als sinnvolle Ergänzung zu dem bereits bestehenden ÖPNV-Angebot. Die Ergänzung stellt vor allem bei stark schwankender Nachfrage, wie dies häufig in ländlichen Regionen der Fall ist, eine geeignete Maßnahme zur Schaffung eines ganztägigen Angebotes, unabhängig von Schwankungen in der Nachfragestruktur, dar. Darüber hinaus ergeben sich hierbei Optionen zur Realisierung flexibler Linienvverläufe und damit eine individuelle Anpassung des Linienvverlaufs durch die Nachfrager. Dies kann mithilfe eines klassischen ÖPNV-Systems nicht zur Verfügung gestellt werden.²

Hinsichtlich der räumlichen Ausbreitung solcher Systeme ist eine Konzentration vorwiegend auf ländliche Räume bzw. Randbereiche von Agglomerationsräumen zu erkennen. Dies begründet sich in erster Linie aus den divergierenden, oftmals zu geringen Nachfragestrukturen bzw. nicht ausreichenden Nutzerzahlen bzw. Auslastungsgraden in diesen Räumen. Aufgrund dessen ist es aus ökonomischen Gesichtspunkten nicht mög-

² Vgl. <http://www.nvv.de/fahrplan-netz/verkehrsmittel/anrufsammeltaxi-ast/> (27.05.2016).

lich, ein ganztägiges ÖPNV-Angebot, vor allem auch abends und an Wochenenden, zur Verfügung zu stellen, wie dies in Verdichtungsräumen überwiegend der Fall ist. Das Anrufsammeltaxi wird in den meisten Fällen in Form eines klassischen Pkws sowie mithilfe von Kleinbussen zum Einsatz gebracht, was die Abbildungen 1 und 2 verdeutlichen.

Abb. 1: Anrufsammeltaxi der Stadtwerke Biberach



Quelle: Internetauftritt der Stadtwerke Biberach; www.swbc.de (07.04.2014)

Abb. 2: Anrufsammeltaxi als Busersatz für Offenburg und Umgebung



Quelle: Internetauftritt der Stadt Offenburg; www.offenburg.de (08.04.2014)

In Anlehnung an das klassische Taxisystem werden auch die Fahrzeuge, die bei Anrufsammeltaxi-Konzepten zum Einsatz kommen, entsprechend optisch gekennzeichnet, sodass ein Wiedererkennungswert für die Nutzer gewährleistet wird (vgl. Abb. 1). Ebenso werden, wie dies im Bereich des klassischen ÖPNV gängige Praxis ist, von der zuständigen Verkehrsgesellschaft offizielle Haltestellen eingerichtet, die damit gleichzeitig auch als Ausgangs- sowie Endpunkt einer Fahrt definiert werden können.³

Der Zugang zum Anrufsammeltaxi erfolgt in der Regel auf Initiative des Nutzers. Durch telefonische Bestellung bis mindestens 30 Minuten vor der gewünschten Abfahrtszeit sowie unter Angabe einer bestimmten Haltestelle kann der gewünschte Fahrdienst in Anspruch genommen werden. Das Anrufsammeltaxi fährt somit nur dann einzelne Haltestellen ab, wenn eine entsprechende Nachfrage gewährleistet ist. Bei ausbleibender Anfrage vonseiten der Nutzer kommt auch das Anrufsammeltaxi nicht zum Einsatz, wodurch potenzielle Leerfahrten vermieden werden.⁴

Die Rolle der Inhaber bzw. Betreiber von Anrufsammeltaxen fällt in der Regel in den Zuständigkeitsbereich von Verkehrsgesellschaften und Kommunen. Demzufolge richten sich auch die Kosten für die entsprechenden Nutzer nach den Tarifsystemen der jeweiligen Verkehrsgesellschaften und gegebenenfalls anfallenden Komfortzuschlägen für das Anrufsammeltaxi, die zusätzlich zum tariflichen Fahrpreis erhoben werden.⁵

Rufbus

Das Konzept des sogenannten Rufbusses stellt, ähnlich dem Prinzip des Anrufsammeltaxis, eine Ergänzung zu bestehenden ÖPNV-Strukturen in ländlichen Regionen und Gemeinden dar. Im direkten Vergleich der beiden genannten Systeme ergeben sich nur sehr geringe Unterschiede.

³ Vgl. <http://www.stadtbustocholt.de/anrufsammeltaxi.html> (27.05.2016).

⁴ Vgl. <http://www.nvv.de/fahrplan-netz/verkehrsmittel/anrufsammeltaxi-ast/> (27.05.2016).

⁵ Vgl. <http://www.ewf.de/oepnv/anruf-sammel-taxi/> (27.05.2016).

So werden Rufbusse ebenfalls überwiegend abends, feiertags und an Wochenenden eingesetzt. Auch die Fahrgastbeförderung erfolgt im Regelfall so, wie dies bei Anrufsammeltaxi der Fall ist. Der einzige wesentliche Unterschied zum Prinzip eines Anrufsammeltaxis besteht in der Fahrstrecke. Rufbusse werden gezielt auf vorab festgelegten Linienverläufen eingesetzt.⁶

Da sie jedoch nur bei Bedarf zum Einsatz kommen, sind sie – bei geringerer Verkehrsnachfrage – deutlich wirtschaftlicher und umweltfreundlicher als Linienbusse, die laut Plan und unabhängig von der Auslastung eingesetzt werden. Das Konzept der Rufbusse wird ebenfalls mithilfe von Kleinbussen, mitunter auch mit normalen Pkws realisiert (vgl. Abb. 3).

Abb. 3: Beispiel eines Rufbusses



Quelle: Landbus Oberes Rheintal
www.meinbus.at (27.05.2016)

Abb. 4: Rufbus „Flexibus“



Quelle: Flexibus Günzburg
www.flexibus.net (27.05.2016)

Hinsichtlich des zuständigen Betreibers handelt es sich hierbei ebenfalls um die entsprechenden Verkehrsgesellschaften bzw. die betroffenen Kommunen. Der geltende Tarif für die Nutzung des Rufbusses richtet sich dabei nach den aktuellen Tarifen der zuständigen Verkehrsgesellschaft, welcher jedoch durch etwaige Zuschläge erhöht werden kann. Letztlich erfolgen auch hier der Beginn sowie das Ende der Fahrt an offiziellen Haltestellen.⁷ Bei einigen Verkehrsgesellschaften und Kommunen ist ein fließender Übergang von den Systemen „Anrufsammeltaxi“ und „Rufbus“ zu erkennen. Hier können auch Angebote unter der Bezeichnung „Rufbus“ in geringem Maße von der ursprünglich festgelegten Route abweichen.

Im Landkreis Günzburg in Bayern wurde im Jahr 2009 in Kooperation zwischen einem ortsansässigen Busunternehmen (BRS Brandner Bus Schwaben) und dem Freistaat Bayern das Pilotprojekt „Flexibus“ ins Leben gerufen (vgl. Abb. 4). Mithilfe dessen konnte ein Rufbus-System entwickelt werden, das zur Sicherung der Mobilität im ländlichen Raum beiträgt und – bei nur geringfügig höheren Preisen im Vergleich zum normalen Busangebot – bis dato von der Bevölkerung gut angenommen wird.

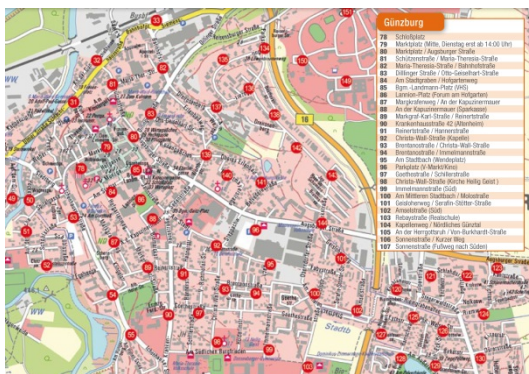
Im Unterschied zu bekannten Rufbus-Systemen, bei denen Fahrten auf einer festen Linie häufig nur ein- bis zweimal am Tag oder auch nur wochentags angeboten und dabei nur die bestehenden Linienhaltestellen angedient werden, fährt der Flexibus in dem jeweiligen Flexibus-Gebiet über den ganzen Tag, sogar am Wochenende. Die jeweilige

⁶ Vgl. <http://www.kreisverkehr-sha.de/?id=28> (27.05.2016).

⁷ Vgl. <http://www.r-t-v.de/mit-dem-rufbus-mobil.html> (27.05.2016).

Fahrt wird individuell durch Anruf bei einem speziellen Callcenter gebucht. Das Besondere dieses Systems ist, dass die Fahrt mit dem Flexibus nicht nach Fahrplan und auf einer festgelegten Route erfolgt, sondern innerhalb des Flexibus-Gebiets über eine vom Callcenter individuell zusammengestellte Route, die sich nach den jeweiligen Anfragen der Nutzer richtet. Die hohe Systemflexibilität ist nur durch den Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien (mobiles Internet, GPS, Buchungssystem in Verknüpfung mit Navigationssystem) möglich. Die Abfahrt erfolgt entsprechend flexibel an einer Vielzahl von eigens dafür eingerichteten Flexibus-Haltestellen (vgl. Abb. 5), welche von den anfragenden Nutzern zusammen mit der gewünschten Uhrzeit angegeben werden. So werden mit diesem System nicht nur überflüssige und unwirtschaftliche Leerfahrten unterbunden, sondern auch an 365 Tagen im Jahr die öffentliche Mobilität im Landkreis sichergestellt (vgl. Ross 2012: R21).

Abb. 5: Flexibus mit engem Netz flexibel bedienbarer Haltestellen



Quelle: Flexibus Günzburg
www.flexibus.net (27.05.2016)

Abb. 6: Bürgerbus in Oberbiberg (Oberbayern)



Quelle: BibergerBürgerBus e.V.

Bürgerbus

Vorzugsweise in ländlichen Regionen, in denen sich die Einrichtung eines klassischen Linienbusverkehrs zu bestimmten Tageszeiten sowie in bestimmten Gebieten als nicht wirtschaftlich erweist oder aus anderen Gründen nicht angeboten werden kann, wird immer häufiger auf das sogenannte Prinzip der „Bürgerbusse“ zurückgegriffen (vgl. Abb. 6).

Den Grundstein bildet dabei meist eine bürgerschaftliche Initiative. Die Fahrpreise sind sehr günstig, da ehrenamtlich tätige Fahrerinnen und Fahrer mit Personenbeförderungsschein den Kleinbus steuern und damit die Betriebskosten möglichst gering gehalten werden können. Die Fahrzeuge bieten meist acht Sitzplätze, sodass ein Beförderungsschein der Klasse B ausreichend ist, um die Fahrzeuge bedienen zu können. Auch Bürgerbusse unterliegen dem Personenbeförderungsgesetz und bedürfen somit einer zusätzlichen Genehmigung. Aus diesem Grund treten zumeist Verkehrsbetriebe und Kommunen als Betreiber und Konzessionsinhaber ein. Darüber hinaus kümmert sich in der Regel ein Verein um die Betreuung und den Einsatz des Personals.⁸ Hinzu kommt in einigen Bundesländern, wie beispielsweise in Nordrhein-Westfalen oder Niedersachsen, eine Landesförderung der Bürgerbusse. Hierbei werden die Bürgerbusse durch jährliche

⁸ Vgl. <http://www.rovg.de/php/buergerbus.php> (30.05.2016).

Organisationspauschalen sowie durch feste Förderbeträge zur Anschaffung der jeweiligen Bürgerfahrzeuge finanziell unterstützt.⁹

Trotz eines festen Fahrplans dürfen Bürgerbusse keine Konkurrenz zum bestehenden ÖPNV-Angebot darstellen, sofern ein solches besteht. Sie sollen damit lediglich ein bereits bestehendes ÖPNV-Angebot unterstützen, jedoch dieses nicht in Form eines direkten Konkurrenten behindern. In diesem Bereich bestehen im gesamten Bundesgebiet zahlreiche Angebote in den einzelnen Regionen.¹⁰

Kombibus

Eine alternative Mobilitätsform aus Skandinavien ist Vorbild für ein Modellprojekt der Uckermarkischen Verkehrsgesellschaft (UVG), bei dem Personen und Güter in Linienbussen gleichzeitig (kombiniert) befördert werden. Nach dem Start des Probelaufs im September 2012 wird zwischenzeitlich der „kombiBUS“ im Rahmen des regulären Linienverkehrs eingesetzt. Mit diesem Buskonzept ist insbesondere ein kostengünstiger Transport von kleinen Frachten möglich. Mit der Auslieferung von Lebensmitteln insbesondere auch heimischer Produzenten an den örtlichen Einzelhandel und touristische Einrichtungen wird nicht nur die Nahversorgung in der Region stabilisiert, sondern auch eine zusätzliche Absatzmöglichkeit für regionale Erzeugnisse geschaffen und damit eine endogene Regionalentwicklung dieses ländlichen Raumes unterstützt. Neben dem Beitrag zur regionalen Güterversorgung bündeln die speziellen Linienbusse der UVG kleine Frachtmengen in einer Station, von der aus größere Gütermengen zum größeren Absatzmarkt Berlin transportiert werden (vgl. MIL 2013).

2.2 Mitfahrgelegenheit

Hinter dem Begriff der „Mitfahrgelegenheit“ verbirgt sich die Bildung von Fahrgemeinschaften, auch „Carpooling“ genannt, mithilfe moderner Medien und Kommunikationsmittel. Dies beinhaltet sowohl tägliche Pendlerfahrten als auch punktuelle Langstreckenfahrten. Hinsichtlich der räumlichen Ausbreitung dieses Systems kann keine genaue Zuordnung zu ländlichen Regionen bzw. Verdichtungsräumen getroffen werden, da sich die Angebots- bzw. Nutzerstruktur räumlich sehr unterschiedlich darstellt.

In der Vergangenheit wurden diese Fahrten überwiegend über sogenannte Mitfahrzentralen organisiert, die bei Anmeldung der jeweiligen Mitglieder via Datenbank die einzelnen Fahrten erfassen und sie an potenzielle Mitfahrer vermitteln. In diesen Fällen wird häufig eine Vermittlungsgebühr erhoben. Dem gewerblich betriebenen System steht die private Organisation von Mitfahrgelegenheiten gegenüber, wie dieses beispielsweise an Universitäten in Form eines öffentlichen Aushangs („Schwarzes Brett“) kommuniziert wird.

Der Trend der beschriebenen, vor allem auf einer telefonischen Kommunikation basierenden Systeme hat jedoch mit der Verbreitung des (mobilen) Internets in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung verloren, sodass sich heute die entsprechenden Fahrer und Mitfahrer entweder über allgemeine Kommunikationsplattformen des Internets selbst organisieren oder spezielle (meist kostenlose, über Werbung finanzierte) Internetplattformen für die Organisation von Mitfahrgelegenheiten nutzen. Mittels solcher Plattformen bieten Fahrer einzelne Fahrten an und legen dabei den gewünschten Start- und

⁹ Vgl. <http://www.pro-buergerbus-nrw.de/index.php?id=foerderregelung> (30.05.2016).

¹⁰ Vgl. <http://www.buergerbusse-in-deutschland.de/index.html> (30.05.2016).

Zielpunkt sowie gegebenenfalls Zwischenhalte und den Preis pro Mitfahrer fest. In der Regel finden Mitfahrer alle für sie passenden Angebote mithilfe von Suchmaschinen der einzelnen Anbieter und können so direkt Kontakt mit dem Fahrer aufnehmen. Telefonisch oder unter Nutzung anderer Kommunikationsmöglichkeiten werden Details der Fahrt besprochen und ein genauer Treffpunkt wird vereinbart.

Der wesentliche Sinn von Mitfahrgelegenheiten liegt sowohl in der Kostenteilung und somit in einer erheblichen Kostenersparnis des Fahrers sowie der Mitfahrer als auch in den damit verbundenen positiven Umwelt- und Verkehrsaspekten, die durch eine Minderung des Verkehrsaufkommens und damit Reduzierung der CO₂-Belastungen herbeigeführt werden. Darüber hinaus gestaltet sich in der Regel das Mitfahren kostengünstiger und kurzweiliger als eine Bahnfahrt. Des Weiteren ist in Pkws meist ein höherer Komfort gegeben und es besteht in vielen Fällen die Möglichkeit, nach Absprache mit dem jeweiligen Fahrer, Mitfahrer sogar bis vor die eigene Haustür zu fahren, demzufolge die tatsächlichen Verläufe der einzelnen Fahrten individuell abzustimmen und gegebenenfalls anzupassen.¹¹

Wie ein Blick in die Angebotslisten ausgewählter internetgestützter Mitfahrzentralen zeigt, werden die zunehmenden Angebote vor allem von jüngeren Menschen, speziell auch von Studierenden, stärker genutzt, welche auf die Optimierung der Reisekosten besonders achten und häufiger auch keinen eigenen Pkw besitzen. Ältere Menschen nehmen augenscheinlich die diesbezüglichen Angebote seltener wahr, nicht nur aufgrund tendenziell höherer Motorisierungsgrade und Einkommensniveaus, sondern vermutlich auch aufgrund geringerer Medienkompetenzen (Internet) und einer gewissen Anonymität der Internetplattform. Hier gilt es, ältere Generationen zum einen über vorhandene Mitfahrzentralen, auch als Elemente multifunktionaler Treffpunkte (Nahversorgungsläden), verstärkt anzusprechen, zum anderen besser über die Möglichkeiten internetgestützter Mitfahrzentralen zu informieren, Kompetenzen im Umgang mit den Internetplattformen zu vermitteln und, soweit möglich, die entsprechenden Angebote stärker zu „personalisieren“ (Hefter/Götz 2013: 30; vgl. dazu auch den Beitrag von Maier in diesem Band).

Neben den dargestellten, positiven Aspekten dieses Systems treten natürlich auch Fälle auf, in denen sich der Fahrer als unzuverlässig erweist, das Fahrzeug voll besetzt ist oder sich als nur bedingt verkehrstauglich darstellt. Darüber hinaus können Staus auftreten, die zu zeitlichen Verzögerungen der eigentlich angesetzten Fahrtzeit führen können.

Um die Qualität von Mitfahrgelegenheiten zu erhöhen, haben einige Anbieter Bewertungsmöglichkeiten eingeführt, die Erfahrungen früherer Mitfahrer ausdrücken sollen.

Als Beispiele für häufig genutzte Internet-Mitfahrzentralen lassen sich an dieser Stelle nennen: www.blablacar.de, www.mitfahrzentrale.de, www.mitfahrgelegenheit.de, www.drive2day.de, www.bessermitfahren.de und www.flinco.org.

Mitfahrgelegenheiten können auch eine sinnvolle Ergänzung von Angeboten des ÖPNV darstellen. So wird im Werra-Meißner-Kreis (Nordhessen) im Rahmen des Mobilitäts-Projekts der Linienbusverkehr durch private bzw. geschäftliche Autofahrten ergänzt. Fahrgäste und Fahrtanbieter werden über eine vom Verkehrsverbund online geschaltete Mitfahrzentrale vermittelt. Herkömmliche und ortsansässige Taxiunternehmen ergänzen dieses System für den Fall, dass weder ein ÖV-Angebot noch eine Mitfahrgelegenheit verfügbar ist. Mitfahrgelegenheiten und gegebenenfalls Taxiunternehmen stehen hierbei

¹¹ Vgl. <http://www.studieren-im-netz.org/im-studium/leben/mitfahrgelegenheit> (30.05.2016).

nicht in Konkurrenz zum Angebot des öffentlichen Personenverkehrs, sondern ergänzen dieses im Sinne einer intermodalen Mobilitätskonzeption und fördern damit insgesamt eine Verlagerung des Verkehrsaufkommens auf den Umweltverbund, sodass das bestehende Angebot des ÖV nicht nur erhalten, sondern sogar ausgebaut werden konnte (Stielike 2014: 75).

2.3 Carsharing und Fahrradverleihsysteme

„Share-Economy“ – Nutzungs- statt Besitzrecht – gilt als ein neuer Trend, der Effizienzgewinne im Hinblick auf den Ressourceneinsatz ermöglicht und damit als einer der Bausteine einer „Großen Transformation“ unserer Gesellschaft in Richtung einer nachhaltigen Entwicklung gelten kann (WBGU 2012: 146). Besondere Beachtung findet dabei in einer „automobilen Gesellschaft“, in welcher der private Pkw (bisher) nicht nur Individualität und Freiheit verkörpert, sondern auch eines der wichtigsten Statussymbole darstellt, die zunehmende Verbreitung des Carsharings.

Carsharing

Die zentrale Idee, die hinter dem Konzept des Carsharings steht, ist gekennzeichnet durch eine gemeinschaftliche, vom Eigentum unabhängige Nutzung von Kraftfahrzeugen (in Deutschland auch als „Autoteilen“ bezeichnet), was zu einer Reduzierung der finanziellen Belastungen für die einzelnen Nutzer wie auch der Umweltauswirkungen des Individualverkehrs beitragen kann. Der Kunde eines (professionellen) Carsharing-Anbieters schließt einen Rahmenvertrag ab und erhält im Gegenzug ein entsprechendes Zugangsmedium, meist in Form einer Chipkarte, für die Fahrzeuge des Anbieters (vgl. Abb. 7 und Abb. 8).

Fahrzeuge können im Voraus per Telefon oder Internet (E-Mail, zunehmend App) gebucht oder aber auch, je nach Verfügbarkeit, direkt vor Ort in Anspruch genommen werden. Beim klassischen Carsharing stehen an verschiedenen Standorten ein oder mehrere Autos zur Verfügung, die durch eine Zentrale verwaltet werden. An den jeweiligen Stationen (vgl. Abb. 8–10) können die Fahrzeuge rund um die Uhr, je nach Bedarf, gebucht werden, müssen aber nach deren Nutzung wieder an den Ausgangsort zurückgebracht werden. Reinigung und Wartung sowie Betankung der Fahrzeuge liegen in der Zuständigkeit der Anbieter und fallen dem Nutzer nicht zur Last. Meist erfolgt die Bezahlung über die gefahrenen Kilometer oder über den Zeitraum der Inanspruchnahme des Fahrzeuges via Zeiteinheiten (je nach Anbieter Abrechnung pro Stunde/Minute).¹²

Zunehmend haben auch die großen Automobilhersteller den Markt für sich entdeckt und nach und nach sogenannte Free-Floating-Carsharing-Systeme ins Leben gerufen. Hierbei sind nicht nur sogenannte Rundfahrten, sondern auch „Einwegfahrten“ möglich, da das Fahrzeug im Gegensatz zum klassischen Carsharing nicht an der gleichen Station sowohl abgeholt als auch wieder abgegeben werden muss, sondern im festgelegten Geschäftsgebiet frei genutzt werden darf. Das Abstellen der Fahrzeuge ist innerhalb des festgelegten Geschäftsgebietes an allen öffentlichen Parkflächen möglich. Dieses nicht-stationsgebundene Carsharing hat zuletzt aufgrund der hohen Nutzungsflexibilität stark wachsenden Zuspruch erfahren, gerade auch bei Menschen, die öffentlichen Verkehrsmitteln aufgrund der geringeren Nutzungsflexibilität eher ablehnend gegenüberstehen (Öko-Institut/ISOE/car2go 2014; zum aktuellen Stand der Carsharing-Angebote in Deutschland und speziell in Bayern vgl. Bayerischer Landtag 2015a). Allerdings steht die-

¹² Vgl. <http://www.vcd.org/carsharing.html> (30.05.2016).

sem System oft die Kritik entgegen, es würden Fahrten generiert werden, die ohne diese hohe Nutzungsflexibilität nicht stattgefunden hätten.

Abb. 7: Zugang zum Carsharing am Beispiel des Anbieters DriveNow



Quelle: Universität der Bundeswehr München, Institut für Verkehrswesen und Raumplanung

Abb. 8: Stellplatz für Elektrofahrzeuge mit Carsharing, Oberhaching (Oberbayern)



Foto: Christian Jacoby

Bisher ist der Anteil von Elektromobilen bei den kommerziellen Angeboten des Carsharing noch relativ gering (zu den Elektroantrieben vgl. insbesondere Kapitel 3.3). Zwischenergebnisse des vom Bund geförderten Forschungsprojektes „share“ zeigen, dass Elektroautos beim nicht-stationsgebundenen Carsharing auf eine hohe Kundenakzeptanz stoßen (Öko-Institut/ISOE/car2go 2014). Gemeinden außerhalb der Ballungskerne versuchen zunehmend, entsprechende Angebote von Carsharing-Unternehmen zu unterstützen, indem sie nicht nur zentrale öffentliche Parkplätze für Ladesäulen bereitstellen, sondern auch ein Zeitkontingent der Fahrzeugnutzung selbst für ihre kommunalen Aufgaben übernehmen und damit dem Carsharing-Unternehmen eine Grundausslastung des Elektrofahrzeugs sichern. Aufgrund ihrer höheren Fahrleistungen können Carsharing- wie auch Fuhrpark-Flotten mit Elektrofahrzeugen als Wegbereiter für eine größere Verbreitung der Elektromobilität bei den privaten Haushalten angesehen werden, zumal hier die Schwelle zur Erstnutzung eines (in der Anschaffung vergleichsweise teuren) Elektrofahrzeugs für Carsharing-Nutzer sehr niedrig gehalten ist.

Darüber hinaus existiert – nicht nur in ländlichen Regionen, in denen die gewerblichen Carsharing-Anbieter aufgrund der geringen Nachfrage nur wenig vertreten sind – eine dritte Form, das sogenannte private Carsharing. In diesem Fall stellen Privatpersonen ihr eigenes Fahrzeug über ein Internetportal oder in der Nachbarschaft auch anderen Nutzern zur Verfügung. Die Organisation der Nutzung sowie Wartung und Kostenabrechnung erfolgt dabei direkt zwischen dem Eigentümer und dem Nutzer des Fahrzeugs und wird nicht über einen gewerblichen Anbieter verwaltet. Der Halter kann auf diese Weise die Einnahmen nutzen, um den Unterhalt des Fahrzeugs zu finanzieren.¹³ Angebote eines privaten bzw. genossenschaftlich organisierten Carsharings wie auch des Bike-sharings (Fahrradverleihstation) lassen sich in ländlichen Räumen auch über einen (multifunktionalen) Dorfladen vermitteln, in dem neben Waren des täglichen Bedarfs, Bankautomat und Postschalter auch eine kleine „Mobilitätszentrale“ eingerichtet werden kann (Brill 2014: 5). Mittlerweile gibt es auch für die Form des privaten Carsharings Möglichkei-

¹³ Vgl. <http://carsharing.de/alles-ueber-carsharing/faq> (30.05.2016).

ten, entsprechende Nutzungen über Versicherungen gegen Schadensrisiken abzuschließen. Zuletzt hat der Autohersteller Opel einen markenübergreifenden Carsharing-Dienst namens „CarUnity“ vorgestellt, mit dem Privatleute per App ihre Fahrzeuge mit anderen teilen und dabei ihre Risiken über eine Versicherung absichern können.

Abb. 9: Carsharing-Elektrofahrzeug auf kommunaler Parkfläche mit Ladesäule



Foto: Christian Jacoby

Abb. 10: Carsharing-Elektrofahrzeug beim Ladevorgang



Foto: Christian Jacoby

Schließlich ist das Autoteilen auch innerhalb eines Unternehmens möglich. Große Unternehmen mit eigener Fahrzeugflotte können in Zeiten schwacher Auslastung, insbesondere an Wochenenden oder in Betriebsferien, ihre Fahrzeuge an Mitarbeitende ausleihen. Anbieter wie Alphabet oder Fleetster bieten den relevanten Unternehmen entsprechende Lösungen für dieses „Corporate Carsharing“ an, was jedoch bisher nur zurückhaltend genutzt wird (Völklein 2015a: R2).

Inwieweit das Carsharing in seinen verschiedenen Formen zu einer nachhaltigen Mobilitätsentwicklung beitragen kann, hängt von zahlreichen Faktoren, insbesondere vom Mobilitätsverhalten der Nutzer, ab. Chancen werden vor allem auch in der Kombination von Carsharing und Elektromobilität gesehen. In diesem Zusammenhang gehen laufende Forschungsprojekte wie zum Beispiel „share“ (Öko-Institut/ISOE/car2go 2014) der Frage nach, ob und in welchem Umfang flexible Carsharing-Modelle zum Klimaschutz beitragen können.

In der Ausweitung von Angebot und Nutzung der Carsharing-Systeme liegt auch ein Potenzial für die Umsetzung des Nachhaltigkeitsziels „Flächensparen“. Wie bisherige Auswertungen ergeben (vgl. dazu den Beitrag von Bogenberger et al. in diesem Band), werden Fahrzeuge in Carsharing-Systemen etwa eine Stunde am Tag mehr genutzt als Fahrzeuge, die nur von den Eigentümern privat genutzt werden. Eine Kundenbefragung des Carsharing-Anbieters Cambio Bremen aus dem Jahr 2011/2012 kommt zu dem Ergebnis, dass nach Umsetzung des Bremer Carsharing-Aktionsplans von 2009 zwischenzeitlich 37,1% der neuen Carsharing-Kunden auf einen Pkw-Besitz verzichten. Damit zeigt sich ein Verhältnis von mittlerweile mehr als elf ersetzte Pkw pro Carsharing-Auto,¹⁴ was eine erhebliche Entlastung der städtischen Parkraumsituation mit sich bringt und den Bau teurer Garagenstellplätze einspart.

In einem aktuell noch laufenden Großversuch zum Carsharing will auch das Kreisverwaltungsreferat (KVR) München untersuchen, ob durch die neuen Carsharing-Angebote

¹⁴ Vgl. <http://mobilpunkt-bremen.de/> (30.05.2016).

insgesamt weniger Autos in der Stadt unterwegs sind und damit zur Reduzierung der Belastungen durch Luftschadstoffe und Lärm beitragen. Zudem soll geprüft werden, ob damit auch in den einzelnen Stadtvierteln weniger Stellplätze für Autos benötigt werden. Der frei werdende Straßenraum könnte dann zum Beispiel für Spiel- oder Aufenthaltsflächen oder für Abstellmöglichkeiten von Fahrrädern an U- oder S-Bahnhöfen oder Mobilitätsstationen verwendet werden (Völklein 2015b: R4).

Sofern die zunehmende Nutzung von Carsharing-Angeboten nicht komplett zulasten des ÖPNV oder des Rad- und Fußverkehrs geht, reduziert sich damit in der Summe der Bedarf an öffentlichen wie auch privaten Stellplätzen für den ruhenden Verkehr. Dieser Aspekt führt wiederum zu der auch vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) in einer Projektausschreibung aufgeworfenen Fragestellung, ob angesichts der zunehmenden Verbreitung von Carsharing, Bikesharing und anderen alternativen Mobilitätsformen des Umweltverbunds die in den Bundesländern und einzelnen Kommunen festgelegten Stellplatzanforderungen (Anzahl der erforderlichen Stellplätze pro Wohneinheit) gelockert werden könnten (BBSR 2014). Dies würde die Kosten für den Wohnungsbau in großen Städten, der häufig teure Tiefgaragenstellplätze notwendig werden lässt, etwas reduzieren helfen und damit sozialen Aspekten einer nachhaltigen Raumentwicklung in Verdichtungsräumen entgegenkommen. Eine Lösung ist hierbei, die kommunale Stellplatzverordnung neben der Stellplatzverpflichtung und -ablöse um einen dritten Baustein zu erweitern: das Mobilitätsmanagement, mit den Elementen Car- und Bikesharing, Mobilitätsstationen etc. (vgl. auch Stadt Offenburg 2015). Dabei ist das Mobilitätsmanagement zur Förderung des Umweltverbunds und damit einer nachhaltigen Mobilitätsentwicklung nicht nur eine Aufgabe von Kommunen und Betrieben, sondern bedarf auch regionaler Aktivitäten (vgl. Wappelhorst 2011; Stiewe/Reutter 2012).

Fahrradverleihsysteme

In Zeiten stetig steigender Verkehrsbelastungen in ländlichen Räumen sowie Verdichtungsräumen wird dem Radverkehr eine zentrale Bedeutung beigemessen. Dieses emissionsfreie Verkehrsmittel benötigt, im Gegensatz zum Kfz, sehr geringe Abstellflächen im öffentlichen Raum und unterstützt aktiv die Gesundheit der Radfahrenden. Als grundlegender Richtwert gilt das Fahrrad im Stadtverkehr auf Strecken bis sechs Kilometer als schnellstes Fortbewegungsmittel. Jedoch liefert es auch im ländlichen Raum einen lohnenswerten Ausgleich zur stressigen Arbeit bzw. zur Unterstützung der körperlichen Fitness (ADFC Regensburg 2013: 2).

Eine sinnvolle Ergänzung zum Gebrauch des eigenen Fahrrads stellt die Nutzung von sogenannten Fahrradverleihsystemen dar, die sich vor allem in Verdichtungsräumen etabliert haben. Damit kann zum einen der Radverkehr, zum anderen aber auch der Anteil des Umweltverbunds im Allgemeinen gesteigert werden. Durch die konstante Verfügbarkeit und Präsenz des Rads im Straßenverkehrsraum wird zudem das Image des Radfahrens gestärkt. Es werden dabei, vergleichbar mit den Carsharing-Systemen, im Allgemeinen zwei verschiedene Formen unterschieden: frei in der Stadt verteilte Fahrräder und ortsfeste Leihstationen (vgl. DIE WELT 2014).

Unabdingbar für ein funktionierendes, ortsfestes Bikesharing-System sind geeignete Standorte für Leihstationen. Diese befinden sich meist an Verknüpfungspunkten zum ÖPNV, Arbeitsplatzschwerpunkten, in dichten Wohnquartieren oder an touristischen Einrichtungen (vgl. Abb. 11). Frei abstellbare Leihfahrräder finden sich ebenfalls häufig an Haltestellen des ÖPNV (vgl. Abb. 12).

Für die Nutzbarkeit bzw. den Zugang zu einem Leihrad gibt es verschiedene Modi. Dazu zählen Stationsterminals, Chipkarten und Applikationen für Smartphones. In der Regel ist eine Registrierung vor der ersten Verwendung eines Rads notwendige Voraussetzung. Die Preise richten sich in den meisten Fällen nach Zeiteinheiten und erfordern, je nach Modell, eventuell eine Anmeldegebühr. Betreiber solcher Modelle sind meist private Unternehmen in Zusammenarbeit mit örtlichen Behörden.¹⁵

Abb. 11: Fahrradverleihstation – ortsfest



Quelle: <http://www.umwelt-im-unterricht.de>
(01.11.2014)

Abb. 12: Leihfahrräder – frei aufgestellt



Quelle: Universität der Bundeswehr München,
Institut für Verkehrswesen und Raumplanung 2014

Als Beispiele für Fahrradverleihsysteme in Bayern wären „NorisBike“ (Nürnberg, ortsfeste Leihstationen) und „Call-a-bike“ (München, frei in der Stadt verteilt) anzuführen.

2.4 Intermodale Mobilitätsangebote

Nachhaltige Mobilitätsentwicklung ist insbesondere auf die Förderung des Umweltverbunds, also des Fuß-, Rad- und öffentlichen Verkehrs ausgerichtet. Gerade in diesen Bereichen hat die attraktive Vernetzung der Verkehrsträger und Mobilitätsangebote eine besonders hohe Bedeutung. Verkehrsteilnehmer nutzen verschiedene Transportmittel, um an ihr Ziel zu kommen. Sie gehen zum Beispiel zu Fuß zur nächsten Bushaltestelle oder fahren mit dem Fahrrad zum nächsten Bahnhof und dann weiter mit dem Bus bzw. Zug zur Arbeit oder Ausbildungsstätte. Oder sie fahren mit dem privaten Pkw zum Park&Ride-Platz am Stadtrand, von dort weiter mit S- oder U-Bahn in die Innenstadt und nehmen sich dort ein Leihrad für die Fahrt zum Zielort.

Solche intermodalen Wegekette können gefördert werden durch Ausbau von Park&Ride- wie auch Bike&Ride-Stellplätzen, durch einen leistungsfähigen ÖPNV mit einem einfachen, attraktiven Tarifsysteem (z. B. mit „Mobilitätskarten“, vgl. UBA 2014b). Nicht zu vernachlässigen sind in diesem Zusammenhang aber auch die Pflege und der Ausbau von attraktiven und sicheren Fußwegenetzen, die Schaffung besserer Mitnahmemöglichkeiten von Fahrrädern in Zügen, die Einrichtung von Unterstell- und Abspermmöglichkeiten für Fahrräder an Bahnhöfen sowie von Car- und Bikeshaaring-Stationen oder darüber hinaus die Errichtung von intermodalen „Mobilitätsstationen“ (dazu mehr weiter unten).

¹⁵ Vgl. <http://www.nationaler-radverkehrsplan.de/praxisbeispiele/anzeige.phtml?id=2128#projektbeschreibung> (30.05.2016).

Neue Potenziale zur Unterstützung umweltfreundlicher, intermodaler Verkehrsangebote bieten die modernen Informations- und Kommunikationstechnologien, mit denen in „Echtzeit“ nicht nur über reale Abfahrtszeiten an Bahnhöfen und Bushaltestellen, sondern auch mittels mobilem Internet in Verbindung mit digitalen Geoinformationen über mögliche Wegeketten oder die nächsten Anschlussmöglichkeiten informiert werden kann. Ein (verkehrsträgerübergreifender) Ticketservice per App ist dann die konsequente Fortführung digitaler, vernetzter Mobilitätsdienstleistungen (so z.B. von der Daimler-Tochter moovel GmbH).¹⁶

Neben dem Fußverkehr, der bei zunehmender Verstädterung in der Zukunft eine wieder größere Rolle innerhalb der Verkehrsmodi einnehmen wird, hat gerade das Fahrrad in den letzten Jahren eine Renaissance erfahren. Entsprechend haben Politik, staatliche Behörden und Verbände neue Strategien, Konzepte und Leitfäden für die Förderung des Radverkehrs entwickelt (StMI OBB 2011b; DStGB 2014). Fahrradfahren ist gesundheitsfördernd, sehr umweltfreundlich und wird gerne als Ausdruck eines urbanen Lebensgefühls wahrgenommen. Jedes Jahr werden in Deutschland über drei Millionen Fahrräder gekauft. Speziell die Elektroräder (Pedelects und E-Bikes) erfreuen sich zunehmender Beliebtheit (siehe dazu mehr in Kapitel 3.3 sowie ausführlich im Beitrag von Klein in diesem Band), und auch breite Lastenfahrräder sind im Kommen. Entsprechend werden vielerorts Forderungen nach dem Ausbau des Radwegenetzes und dem Bau von Radschnellwegen laut (Bayerischer Landtag 2015b), die jedoch gerade in den großen Städten mit ihren häufig überfüllten Straßen auf erhebliche Widerstände stoßen.

In ländlichen Räumen wird das Rad für die Alltagsmobilität aufgrund der größeren Distanzen weniger genutzt, spielt aber für den Tourismus eine größere Rolle. Der Trend zum „Radltourismus“ dürfte dabei sicherlich durch die neuen Technologien wie E-Bikes und Pedelects weiter zunehmen. Für die Förderung der touristischen Nutzung des Fahrrads sind weniger Radschnellwege als landschaftlich und kulturell attraktive Streckenführungen abseits von stark belasteten Straßen zu wünschen. Zur Förderung des Radverkehrs wie auch des Fußverkehrs als wichtige Bausteine intermodaler Mobilität ist die Siedlungs- bzw. Quartiersentwicklung gemäß dem Leitziel der „Stadt der kurzen Wege“ ein wesentlicher Faktor. Ein Ausdünnen der örtlichen Nahversorgung in ländlichen Räumen dürfte den Fuß- und Radverkehr im Allgemeinen nicht begünstigen.

Verschiedene neue bzw. alternative Mobilitätsangebote wie Car- und Bikesharing, Mitfahrgelegenheiten, Anrufsammeltaxis etc. müssen nicht in Konkurrenz zum Angebot des klassischen ÖV (Busse und Bahnen) stehen. Vielmehr können diese bei einer abgestimmten intermodalen Mobilitätskonzeption sogar dazu beitragen, den ÖV als Baustein eines insgesamt gestärkten Umweltverbunds gegenüber dem motorisierten Individualverkehr attraktiver zu gestalten (Stielike 2014: 75; ausführlicher zum Bikesharing im Beitrag von Zademach und Musch in diesem Band).

Ein besonderer, immer mehr Verbreitung findender Baustein intermodaler Verkehrskonzepte sind die sogenannten Mobilitätsstationen (vgl. BBSR 2015). Neben der Hansestadt Bremen, die diesbezüglich als Vorreiter in Deutschland gilt, verfolgt zum Beispiel die Mittelstadt Offenburg im Rahmen des Mobilitätsmanagements einen innovativen Ansatz zum Aufbau eines Netzes von Mobilitätsstationen. Dabei sollen in engem Zusammenhang mit Haltestellen und Haltepunkten der öffentlichen Verkehrsmittel (Zug, S-Bahn und Bus) verschiedene Verkehrsmittel (Kfz, auch mit neuen Antriebssystemen, Pedelects, konventionelle Fahrräder und teilweise Lastenräder) als öffentliches Verleihsys-

¹⁶ Vgl. <https://www.moovel.com> (31.05.2016).

tem zur Verfügung gestellt werden. Langfristig ist an eine regionale Ausdehnung in Zusammenarbeit mit den Nachbarstädten gedacht. Für die Realisierung der ersten vier Stationen „Bahnhof-ZOB“, „Messe“, „Kulturforum“ und „Technisches Rathaus“ wurde Ende 2014 die Ausschreibung der Leistungen veröffentlicht. Diese ersten vier Pilotstationen wurden im Jahr 2015 realisiert und sollen ab 2016 bezüglich der Nutzungsraten und Nutzergruppen evaluiert werden, um dann eine Entscheidung über einen weiteren Ausbau treffen zu können (BBSR 2015: 26; Stadt Offenburg 2015).

Solche Mobilitätsstationen können – in kleineren Dimensionen – nicht zuletzt auch als mögliche „Schlüsselprojekte“ im Rahmen von Strategien zur Stärkung von Innenstädten und Ortskernen Zentraler Orte in strukturschwachen ländlichen Räumen und damit als Bausteine einer demografiefesten, regionalen Daseinsvorsorge dienen (Kaether 2014: 116). In kleineren ländlichen Gemeinden können so zum Beispiel im Ortskern um die Haltestelle der Schulbuslinie als letzte, noch verbliebene öffentliche Verkehrsanbindung überdachte Abstellflächen für Fahrräder und Kurzzeitparkplätze für Pkws angelegt und mit einem Haltepunkt für einen Ruf- oder Bürgerbus kombiniert werden (ARL-LAG 2014: 16). Bei der Einrichtung von Mobilitätsstationen sind in jedem Einzelfall die öffentlichen Interessen in Bezug auf die Daseinsvorsorge mit den privaten (kommerziellen) Interessen der Car- und Bikesharing-Anbieter in Einklang zu bringen.

2.5 Autonomes Fahren/selbstfahrende Automobile

In Zeiten hoher Innovationsdynamik im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien werden auch Verkehrsmittel immer stärker diesbezüglich aufgerüstet. Navigationssysteme mit digitalen Karten, mobilem Internetzugang und Stauwarnung bzw. -umfahrung, Schnittstellen für das Smartphone, „Car-Infotainment“ und vieles mehr sind bei einem Neuwagen fast schon eine Selbstverständlichkeit. Zusammen mit Airbag und ABS enthält das Auto von heute bereits bis zu 80 Steuerungsgeräte. Nun wird die Kommunikation mit dem direkten Umfeld eines Fahrzeugs mit den „Fahrerassistenzsystemen“ immer weiter ausgebaut, um damit den Fahrkomfort zu erhöhen (z.B. automatisches Einparken) und nicht zuletzt auch, um zu einem höheren Niveau der Verkehrssicherheit beizutragen (z.B. Spurhalte- und Abstands- bzw. Bremsassistenten mithilfe von Radarsensoren und Videokameras rund ums Auto). Die Ende 2014 neu auf den Markt gekommene Mercedes B-Klasse bietet zum Beispiel serienmäßig ein Assistenzsystem (als „Collision Prevention Assist Plus – CPA“ bezeichnet), mit dem ein Auffahrunfall bis zu einem Tempo von 40 km/h komplett vermieden werden kann (Specht 2014: 85). Die Mercedes-Benz-Unfallforscher erwarten, dass sich damit die Zahl schwerer Auffahrunfälle gegenüber Fahrzeugen ohne entsprechendes Schutzsystem um bis zu 30 % senken lässt.¹⁷ Die Verbesserung der Verkehrssicherheit dürfte als eine der Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels, hier insbesondere an die an Häufigkeit und Stärke zunehmenden Extremwetterlagen, in Zukunft noch an Bedeutung gewinnen (UBA 2015b: 180 ff.).

Darauf aufbauend geht die aktuelle technologische Entwicklung in Richtung „selbstfahrender Automobile“. Und hier betreiben nicht nur die Automobilkonzerne intensive Entwicklungsarbeit, welche bereits die Antriebstechnologien auf die zweite Priorität zurückgedrängt hat. Ein besonderes Medienecho erfahren die Vorstöße der großen IT-Konzerne Google und Apple, welche bisher im Bereich der verkehrlichen Mobilität nur als „Autozulieferer“ fungierten, nun aber mit Eigenentwicklungen von „Self-Driving-Cars“

¹⁷ Vgl. <http://www.daimler.com/innovation/safety/special/keeping-your-distance.html> (28.06.2016).

(„Google-Car“) Furore machen. Die Frage steht – nicht zuletzt auch für den Wirtschaftsstandort Deutschland – im Raum, ob die großen Automobilbauer die Systemführerschaft bei der Produktion und Vermarktung von Fahrzeugen auch in Zukunft halten können, oder ob die großen IT-Unternehmen wie Google und Apple diese Rolle bei der Umstellung auf selbstfahrende Elektroautos als „rollende, vernetzte Computer“ übernehmen werden.

Die Euphorie in Sachen selbstfahrende Autos ist groß. In Verbindung mit immer genauer werdenden digitalen Karten und umgebungsbezogener Datenvernetzung in Echtzeit lassen sich mit ihnen auch Verkehrsströme wesentlich besser steuern, insbesondere Staus vermeiden und damit lässt sich die (teure) verkehrliche Infrastruktur effizienter bzw. nachhaltiger nutzen. Der Straßenverkehr könnte damit auch ein Stück umweltfreundlicher werden, insbesondere, wenn die automatische Steuerung mit einer entsprechenden „defensiven Fahrweise des Bordcomputers“ (Grzanna 2015: 20) zu angepassten, geringeren und damit energiesparenden Fahrgeschwindigkeiten führt und mit erneuerbaren Energien gespeiste Elektroantriebe zur Anwendung kommen. Fahrerassistenzsysteme und selbstfahrende Automobile bergen auch Chancen für eine Verbesserung der Barrierefreiheit im Bereich der verkehrlichen Mobilität. Auch Elektroräder oder Sonderlösungen wie Dreiräder und Quad-Räder mit Elektromotor-Unterstützung (vgl. Beitrag von Ebert in diesem Band) können bei leicht mobilitätsbehinderten Menschen dazu beitragen, dass diese am mobilen gesellschaftlichen Leben (z.B. Fahrradausflüge) noch stärker teilhaben.

Ob jedoch die Mobilitätsentwicklung mit dem „autonomen Fahren“ insgesamt nachhaltiger gestaltet werden kann, hängt von weiteren Rahmenbedingungen ab. Wenn diese Entwicklung beispielsweise zulasten des verkehrlichen Umweltverbunds geht und damit ein weiterer Ausbau der Straßeninfrastruktur erforderlich wird, steht die Nachhaltigkeit dieser Innovation durchaus infrage.

Hinzu kommt, dass sich die technologische Entwicklung auf diesem Gebiet von der gesellschaftspolitischen und rechtlichen Entwicklung immer mehr abkoppelt. So sind Fragen nach dem Bedarf bzw. der Akzeptanz für solche „Auto-Automobile“ und nach der Verantwortung und Haftung bei Unfällen mit solchen Fahrzeugen noch weitgehend unbeantwortet (Fromm 2014: 28).

Mit zunehmender Informations- und Kommunikationstechnik in Fahrzeugen und Verkehrsanlagen erhöhen sich schließlich auch die Risiken von technischen Fehlfunktionen bis hin zu kriminellen und terroristischen Systemangriffen von außen. Nicht umsonst wird deshalb im Entwurf eines IT-Sicherheitsgesetzes (Bundesregierung 2015a) der Bereich Transport und Verkehr zu den sogenannten kritischen Infrastrukturen gerechnet, deren Sicherheit zunehmend bedroht und mit verstärkten Schutzvorkehrungen so weit wie möglich zu gewährleisten ist.

Neben der durch globale Konkurrenz angetriebenen dynamischen Entwicklung der Fahrzeugtechnik in selbstfahrenden Autos (einschließlich Vernetzung mit dem Internet und Kommunikation mit anderen Fahrzeugen) wird für das autonome Fahren auch eine erweiterte öffentliche Infrastruktur benötigt, die mittels mobiler und kabelbezogener Netze eine Kommunikation der Fahrzeuge mit der Straße und ihren technischen Einrichtungen (z.B. Lichtzeichenanlagen) ermöglicht. Bundesverkehrsminister Dobrindt hat dazu am 4. September 2015 die „Innovationscharta für das digitale Testfeld Autobahn“

unterzeichnet. Im Zuge dessen werden Teststrecken für das autonome Fahren in Bayern auf einem Abschnitt der A 9 im Rahmen eines Pilotprojektes freigegeben.¹⁸

Die Einführung des autonomen Fahrens wird vor diesem Hintergrund ein längerer Prozess sein, der in vielen Schritten zu entwickeln und zu erproben ist. So wird das autonome Fahren von politischer Seite auch eher als ein langfristiges Ziel erachtet. Und wie bei jedem Auf- bzw. Ausbau von modernen Infrastrukturen (vergleiche nur den Breitbandausbau) stellt sich die Frage, ob nicht die geringer verdichteten, ländlichen Räume mit ihrem niedrigeren Verkehrsaufkommen – trotz rechtlicher und politischer Zielsetzung gleichwertiger Lebens- und Arbeitsbedingungen in allen Teilräumen – bei diesen Innovationen wieder einmal das Nachsehen haben werden.

3 Neue/alternative Antriebstechnologien

Neben den bereits dargestellten neuen bzw. alternativen Mobilitätsformen zeigen sich auch dynamische Entwicklungen im Bereich der Antriebstechnologien, die im Zusammenspiel mit neuartigen Informations- und Kommunikationstechnologien zu einem erweiterten Angebot im Bereich der Mobilitätsdienstleistungen führen. Hervorzuheben ist hierbei die Renaissance der Elektromobilität, welche in Verbindung mit innovativen Energiegewinnungs- und vor allem Energiespeichersystemen sowie Konstruktions- und Steuerungstechnologien einen wesentlichen Beitrag zu einer nachhaltigen Mobilitätsentwicklung leisten kann.

Neben den auf Batteriestrom basierenden Elektroantrieben sollen weitere, zu den herkömmlichen Benzin- und Diesellaggregaten alternative Antriebstechnologien näher beleuchtet werden. Unterschieden wird in Antriebe mit

- Gas, Biodiesel und Bioethanol
- verschiedenen Energieträgern (bivalente Antriebe)
- Batteriestrom
- Strom aus Brennstoffzellen/Wasserstoff
- Verbrennungs- und Elektromotor (hybride Antriebe)

Zur Gewährleistung eines vergleichenden Gesamtüberblicks über die einzelnen Technologien werden diese anhand vorab definierter Kriterien näher betrachtet. Es handelt sich dabei um folgende Merkmale:

- Technologiekennzeichen
- Anzahl der Fahrzeuge auf dem Markt
- Kosten für Anschaffung und Betrieb der entsprechenden Fahrzeuge
- Reichweite mit einer Tankfüllung bzw. Batterieladung
- Infrastruktur zum Auftanken bzw. Laden der Fahrzeuge
- spezifische Probleme der Technologie
- Umweltaspekte/Nachhaltigkeit
- Raumbezug im Hinblick auf die Bedeutung für verschiedene Raumkategorien

¹⁸ Vgl. <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2015/084-dobrindt-startet-digitales-testfeld-autobahn.html> (31.05.2016).

3.1 Antriebe mit Gas, Biodiesel und Bioethanol

Zu den immer noch mit Abstand am meisten genutzten, auf Erdöl basierenden Treibstoffen Benzin und Diesel mit Anteilen von 67,2 bzw. 31,2% an den Antriebsarten der Fahrzeuge (Kraftfahrt-Bundesamt 2015) gibt es schon seit Längerem eine Reihe von Alternativen.

Erdgas (Compressed Natural Gas – CNG)

Erdgasmotoren unterscheiden sich zunächst nur durch wenige Zusätze von einem benzinbetriebenen Motor. So wird der klassische Ottomotor um die Elemente Gemischaufbereiter, Druckregler, Eindüsung sowie mit einer elektronischen Motorsteuerung und einer Druckflasche für das Erdgas ergänzt (vgl. RP-Energie-Lexikon 2014). Die meisten Erdgas-Pkw (vgl. Abb. 13) werden bivalent betrieben, das heißt, sie können wahlweise mit Erdgas oder auch mit Benzin betrieben werden. Das Umschalten von einem Kraftstoff auf den anderen erfolgt dabei automatisch, sobald einer der beiden Kraftstoffe verbraucht ist. Auch im Bereich des öffentlichen Nahverkehrs wird vermehrt auf Erdgasfahrzeuge, insbesondere Erdgasbusse, gesetzt. Hierbei handelt es sich jedoch im Schwerpunkt um umgebaute Dieselmotoren, die nach erfolgter Umrüstung monovalent, das heißt ausschließlich mit Erdgas betrieben werden.¹⁹

Abb. 13: Erdgasfahrzeug



Quelle: <http://www.erdgasfahrer-forum.de/viewtopic.php?t=5952> (14.04.2014)

Aktuelle Daten des Kraftfahrt-Bundesamtes (2015: 1) beziffern eine Flotte von 81.423 mit Erdgas betriebenen Fahrzeugen (Stand Januar 2015) verteilt über das gesamte Bundesgebiet. Trotz leichtem Zuwachs gegenüber dem Vorjahr (+ 3,0%) ist der Anteil am Gesamtfahrzeugbestand in Deutschland (62,4 Millionen, davon 53,7 Million Kfz) mit ca. 0,15% nach wie vor sehr gering.

Im Hinblick auf die Kosten ergeben sich Vorteile durch eine niedrigere Kraftstoffsteuer auf Erdgas im Vergleich zu Benzin oder Diesel. Darum erweist sich die Nutzung von Erdgas für den Endverbraucher in Deutschland bei höheren Fahrleistungen (km/Jahr) wirtschaftlicher als bei herkömmlichen Kraftstoffen. Das Unternehmen Daimler gibt zum Beispiel für die neue Mercedes B-Klasse in der Erdgasversion (Natural Gas Drive – NGD) „bis zu 50% geringere Spritkosten“ an (Specht 2014: 85). Die Reichweite von mit Erdgas

¹⁹ Vgl. <http://www.kvg.de/index.php?id=440> (31.05.2016).

betriebsfähigen Fahrzeugen steht „Benzinern“ kaum nach, sie beträgt etwa 500 km je Tankfüllung. Bei bivalenten Modellen können in Verbindung mit dem Benzintank sogar Reichweiten von ca. 1.000 km erzielt werden. Für die Erdgasautos stehen insgesamt knapp 1.000 Erdgas-Tankstellen in Deutschland zur Verfügung.²⁰ Der weitere Ausbau von Erdgas-Zapfsäulen verläuft vor dem Hintergrund der hohen Investitionskosten von über 200.000 Euro (Vettori 2015: R7) eher schleppend.

Erdgas besteht im Wesentlichen aus Methan (96 %) und enthält weniger Kohlenstoff als dies bei Benzin- oder Dieselmotoren der Fall ist. Demzufolge entstehen bei der Verbrennung auch geringere CO₂-Emissionen. Darüber hinaus erfolgt der Verbrennungsvorgang eines Erdgasmotors sauberer und leiser, als dies bei Benzin oder Diesel geschieht.

Ökobilanzen zeigen jedoch auch, dass bei der Förderung sowie beim Transport von Erdgas Methan entweicht und damit ein großer Teil der geringeren CO₂-Emissionen kompensiert wird. Aus umwelttechnischer Sicht ergeben sich damit zwei Gesichtspunkte. Einerseits erweisen sich Erdgasfahrzeuge als umweltschonender im Hinblick auf die CO₂-Emissionen beim Fahren in der Stadt, andererseits verursacht die spezifisch notwendige Infrastruktur dafür aber auch Emissionen an anderer Stelle (vgl. RP-Energie-Lexikon 2014).

Hinsichtlich des Aspektes der räumlichen Ausbreitung von Erdgasfahrzeugen ergibt sich ein klarer Zusammenhang zwischen dem Tankstellennetz und den Erdgasversorgungsgebieten, die sich in erster Linie auf Verdichtungsräume mit einer entsprechenden Nachfrage konzentrieren. In ländlichen Regionen ergibt sich aufgrund geringerer Nachfrage nur ein ausgedünntes Tankstellennetz.

Autogas (Liquified Petroleum Gas – LPG)

Autogas wird bereits seit Jahrzehnten eingesetzt und gilt als der weltweit meistgenutzte Alternativkraftstoff. In Deutschland nimmt er einen Anteil von 77 % an den alternativen Kraftstoffen ein. Es setzt sich aus Propan, Butan bzw. deren Gemischen zusammen und entspricht damit dem Brennstoff Flüssiggas, der auch als Heizenergie oder bei herkömmlichen Feuerzeugen Verwendung findet.

In den letzten beiden Jahren hat sich der bis dato kontinuierliche Anstieg an Autogasfahrzeugen nicht weiter fortgesetzt. Das Kraftfahrt-Bundesamt (2015: 1) meldet zum 1. Januar 2015 für Deutschland insgesamt 494.148 Autogasfahrzeuge, europaweit sind es derzeit etwa 11,9 Millionen.

Laut Energiesteuergesetz (EnergieStG) vom 15. Juli 2006 wird Autogas mit einem niedrigen Mineralölsteuersatz bis zum 31. Dezember 2018 gefördert. Dies führt, neben dem günstigeren Preis für Autogas im Vergleich zu den normalen Benzinpreisen, zu wesentlichen Vorteilen bzw. Kostenersparnissen für die Nutzer. Allerdings müssen auch die Mehrkosten bei dem Erwerb von Autogasfahrzeugen bzw. die einmaligen Kosten für die Umrüstung eines herkömmlichen Verbrennungsmotors von etwa 1.500 bis 3.000 Euro berücksichtigt werden (vgl. RP-Energie-Lexikon 2014). Autogasfahrzeuge können sich somit hinsichtlich der Betriebskosten in der Regel schon nach 20.000 bis 30.000 km rechnen.

Je nach Tankgröße und spezifischem Verbrauch beträgt die Reichweite von Autogasfahrzeugen etwa 300 bis 600 km. In Deutschland sind aktuell etwa 6.500 Tankstellen

²⁰ Vgl. <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Konventionelle-Energietraeger/gas,did=292324.html> (31.05.2016).

vorhanden, ein weiterer Ausbau dieses Netzes ist geplant.²¹ In vielen europäischen Ländern wie Frankreich, Italien oder Polen ist aufgrund der größeren Verbreitung der Autogasfahrzeuge bereits ein dichteres Tankstellennetz für Autogas entstanden.

Im Vergleich zu anderen Kraftstoffen produziert Autogas deutlich weniger Abgasemissionen. Dies trifft auch auf die Abgabe von Kohlenstoffdioxid zu. Insgesamt zählen die von Autogasfahrzeugen verursachten Abgase zu den niedrigsten, die aktuell in Verbrennungsmotoren erzeugt werden. Darüber hinaus erweist sich der Kraftstoff Autogas als nahezu schwefelfrei. Bei der Verbrennung wird lediglich ein geringer Ausstoß an Ruß verursacht. Schadstoffe wie CO₂, HC, NO_x und weitere gesundheits- und umweltschädigende Emissionen treten in einer wesentlich geringeren Konzentration auf, als dies bei herkömmlichen Verbrennungsmotoren der Fall ist. Des Weiteren erzeugen mit Autogas betriebene Fahrzeugmotoren bis zu 50 % weniger Lärm als Dieselfahrzeuge (DVFG 2014b).²²

Aufgrund der hohen Reichweiten der Autogasfahrzeuge, die ähnlich den Erdgasfahrzeugen häufig einen bivalenten Antrieb aufweisen, sowie des bereits gut ausgebauten Tankstellennetzes werden mit Autogas betriebene Kfz sowohl in ländlichen als auch in Verdichtungsräumen eingesetzt. Da die Unterhaltungskosten gerade bei höheren Fahrleistungen pro Jahr im Vergleich zu Benzin- oder Dieselfahrzeugen günstiger sind, sind Autogas-Fahrzeuge für Arbeitspendler in ländlichen Räumen besonders attraktiv.

Biodiesel

Der Kraftstoff Biodiesel kommt in der Verwendung dem mineralischen Dieselmotorkraftstoff gleich und kann heutzutage in vielen Dieselfahrzeugen problemlos eingesetzt werden. Bei vielen Dieselfahrzeugen ist jedoch eine Umrüstung von Filter, Dichtungen und Kraftstoffleitungen erforderlich, wofür Kosten von 1.000 bis 4.000 Euro entstehen können. Biodiesel wird aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt, in Deutschland überwiegend aus Rapsöl, weltweit vor allem aus Palmöl oder Sojaöl.²³

Biodiesel nimmt den größten Marktanteil der in Deutschland verbrauchten Biokraftstoffe ein. Er lag im Jahr 2011 bei ca. 2,4 Mio. Tonnen, was einem Anteil von etwa 4 % des gesamten Treibstoffverbrauchs in Deutschland entspricht.²⁴ Biodiesel wird seit 2009 bis zu 7 % herkömmlichem Diesel beigemischt. Nach Auslaufen der steuerlichen Förderung Ende 2012 ist der Handel mit Biodiesel als Reinkraftstoff (B100) in Deutschland zusammengebrochen. Als festgelegte Beimischung dürfte der Absatz von Biodiesel insbesondere aufgrund des erwarteten steigenden Straßengüterverkehrs dennoch weiter zunehmen.

Biodiesel enthält nur einen geringen Anteil an Schwefel, bildet beim Verbrennen somit weniger Ruß als herkömmlicher Diesel und enthält kein Benzol. Fahrzeuge mit diesem Kraftstoff stoßen demzufolge deutlich weniger Ruß und Benzol aus als normale Dieselmotoren. Allerdings produzieren sie dafür mehr Stickoxide und giftiges Benzo(a)phyren. Auch im Hinblick auf die Klimabilanz von Biodiesel lässt sich ein zweigeteiltes Bild erkennen. Einerseits entsteht bei der Verbrennung von Biodiesel zwar nur so viel CO₂, wie die eigentliche Pflanze beim Wachstum aufgenommen hat, andererseits wird

²¹ Vgl. <http://dvfg.de/infothek/deutscher-verband-fluessiggas-e-v-dvfg-begruesst-trendwende-auf-autogas-markt/> (31.05.2016).

²² Vgl. <http://www.autogastanken.de/de/umwelt/umweltvorteile.html> (31.05.2016).

²³ Vgl. <http://www.iwr.de/biodiesel/> (31.05.2016).

²⁴ Vgl. <http://biokraftstoffe.fnr.de/kraftstoffe/biodiesel/> (31.05.2016).

beim Anbau von Raps, der Hauptenergiepflanze in Deutschland, Dünger eingesetzt, was bei den Bodenbakterien zur Herstellung von Treibhausgasen führt. Ebenso werden zur Gewinnung von Palmöl ganze Wälder gerodet, was zur Freisetzung großer Mengen Kohlendioxid sowie Methan führt. Demzufolge erweist sich Biodiesel, sofern er aus Palm- bzw. Sojaöl hergestellt wird, im Hinblick auf das Nachhaltigkeitspostulat als nicht zielführend und vor allem als nicht umweltverträglich. Den Ausbau der Bioenergiegewinnung sehen Umweltforscher entsprechend sehr kritisch. Mit der Ausbreitung der Anbauflächen zum Zwecke der Ölgewinnung befürchten sie negative Entwicklungen wie die zunehmende Rodung von Wäldern und die Entstehung von Monokulturen wie auch den Verlust von Flächen zum Nahrungsmittelanbau. Dies stellt vor allem in Ländern wie Brasilien oder Indonesien ein großes Problem dar (vgl. Hirschl/Dietz/Vogelpohl et al. 2014).

Bioethanol

Fahrzeuge mit Benzin-Verbrennungsmotoren lassen sich auch mit Bioalkohol (Bioethanol) betreiben. Diese „Flexi-Fuel-Vehicles“ (FFV) können entsprechend flexibel, das heißt mit Benzin und/oder Bioethanol betankt werden. Als Kraftstoff wird alternativ zu dem reinen Benzin der Alkoholkraftstoff E85 angeboten, der sich zu 85 % aus dem aus Biomasse erzeugten Bioethanol und zu 15 % aus Benzin zusammensetzt.²⁵ Kann eine Versorgung mit E85, aufgrund fehlender Tankstellen, nicht erfolgen, kann jederzeit herkömmliches Benzin getankt werden. Ermöglicht wird dies mithilfe eines Kraftstoffsensors, der den Mischungsanteil von Ethanol und Benzin erkennt und den Motor optimal an das jeweilige Mischungsverhältnis anpasst. Seit 2011 wird Benzin auch mit einer Bioethanol-Beimischung von bis zu 10 % (E10) angeboten, wofür mittlerweile mehr als 90 % der Benzinmotoren ausgelegt sind.

Hinsichtlich der Anschaffungskosten für ein Flexi-Fuel-Vehicle ergeben sich mit einem Aufpreis von etwa 300 bis 1.000 Euro nur relativ geringe Unterschiede zu herkömmlichen Benzin-Fahrzeugen. Der Biokraftstoff E85 ist einerseits aufgrund steuerlicher Privilegierung günstiger als Benzin oder Diesel, hat andererseits aber auch einen um 20 bis 30 % geringeren Wirkungsgrad. Anders als etwa in Brasilien oder in den USA finden deshalb auf E85 umgerüstete Fahrzeuge in Deutschland nur eine relativ geringe Verbreitung, entsprechend ist auch die Verfügbarkeit von E85 mit lediglich rund 350 Tankstellen bundesweit sehr begrenzt.

Im Hinblick auf die Umweltbelange entstehen bei der Nutzung von Ethanol-Fahrzeugen etwa 70 bis 80 % weniger Kohlendioxid-Emissionen im Vergleich zu Benzin- bzw. Dieselmotoren. Ebenso trägt diese Antriebstechnologie zur Reduzierung des Verbrauchs fossiler Ressourcen bei, da Bioethanol das bis dato importierte Rohöl ersetzen und darüber hinaus aus heimischen Rohstoffen gewonnen werden kann. Wie bei den anderen Biokraftstoffen wird auch der mögliche weitere Ausbau der Bioethanolnutzung für Kraftfahrzeuge im Hinblick auf die umweltbezogenen Nebenwirkungen kritisch betrachtet.

3.2 Bivalente Antriebe

Sogenannte bivalente Fahrzeuge verfügen über einen Motor, der mithilfe verschiedener Kraftstoffarten betrieben wird. Die meisten dieser Fahrzeuge beinhalten einen Verbrennungsmotor, der sowohl mit Benzin als auch mit Erd-, Bio- oder Flüssiggas betrieben werden kann. Mittels zweier separater Tanks lässt sich das Hin- und Herschalten zwi-

²⁵ Vgl. http://www.ethanol-statt-benzin.de/mid375_FFV-Technik.html (31.05.2016).

schen den einzelnen Kraftstoffarten problemlos durchführen. Per Knopfdruck kann somit, auch während der Fahrt, von Autogas- auf Benzinbetrieb gewechselt werden. Damit ist auch bei einem leeren Gastank eine Weiterfahrt ohne Unterbrechung möglich. Der bivalente Antrieb garantiert eine deutlich größere Reichweite, als dies bei herkömmlichen Ottomotoren der Fall ist.²⁶ Aufgrund des zusätzlichen Tanks ist andererseits das Leergewicht des Fahrzeugs entsprechend höher und es steht etwas weniger Stauraum im Fahrzeug zur Verfügung.

Im Hinblick auf die geringere Kraftstoffsteuer auf Erdgas, Biogas und Autogas im Vergleich mit Diesel und Benzin erweisen sich bivalente Fahrzeuge für den einzelnen Nutzer als kostengünstiger und demnach wirtschaftlicher als herkömmliche Fahrzeuge, sofern die höheren Anschaffungskosten durch höhere Jahreskilometerleistungen überkompensiert werden. Auch die durch einen Gasbetrieb erzeugten Abgase emittieren weitaus geringere Mengen an Partikeln sowie Benzol, was die Umweltverträglichkeit im Vergleich zu Diesel- oder Benzinfahrzeugen erhöht. Die Steuervergünstigungen für gasbetriebene Autos sind in Deutschland bis Ende 2018 gesichert. Daneben verfolgt auch die EU-Kommission das Ziel, diese alternativen Kraftstoffe zu fördern.

Aufgrund der günstigeren Betriebskosten bei höheren Fahrleistungen pro Jahr und der großen Reichweite der Fahrzeuge (bei zwei gefüllten Kraftstofftanks) können Fahrzeuge mit bivalentem Antrieb auch bei einer geringeren Tankstellendichte gerade für Arbeitspendler in ländlichen Räumen besonders attraktiv sein. Laut einer Statistik des Kraftfahrt-Bundesamtes vom 1. Januar 2015 entfallen bis dato lediglich etwa 1,3% des Pkw-Bestandes in Deutschland auf bivalente Fahrzeuge. Demzufolge sind von insgesamt 44.403.124 gemeldeten Fahrzeugen 575.571 mit einer bivalenten Antriebstechnologie ausgestattet (Kraftfahrt-Bundesamt 2016: 1).

3.3 Antriebe mit Batteriestrom

Antriebe mit Batteriestrom (Battery Electric Vehicle – BEV) gelten auch im Bereich des Verkehrswesens als keinesfalls neu. Der Elektromotor stellt die älteste, technisch weitgehend erforschte Alternative zum Verbrennungsmotor dar. So wurden die ersten Elektroautos bereits vor 130 Jahren entwickelt. Im 20. Jahrhundert wurden die Autos mit Elektromotoren jedoch durch Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren vor allem aufgrund deren größerer Reichweiten abgelöst.

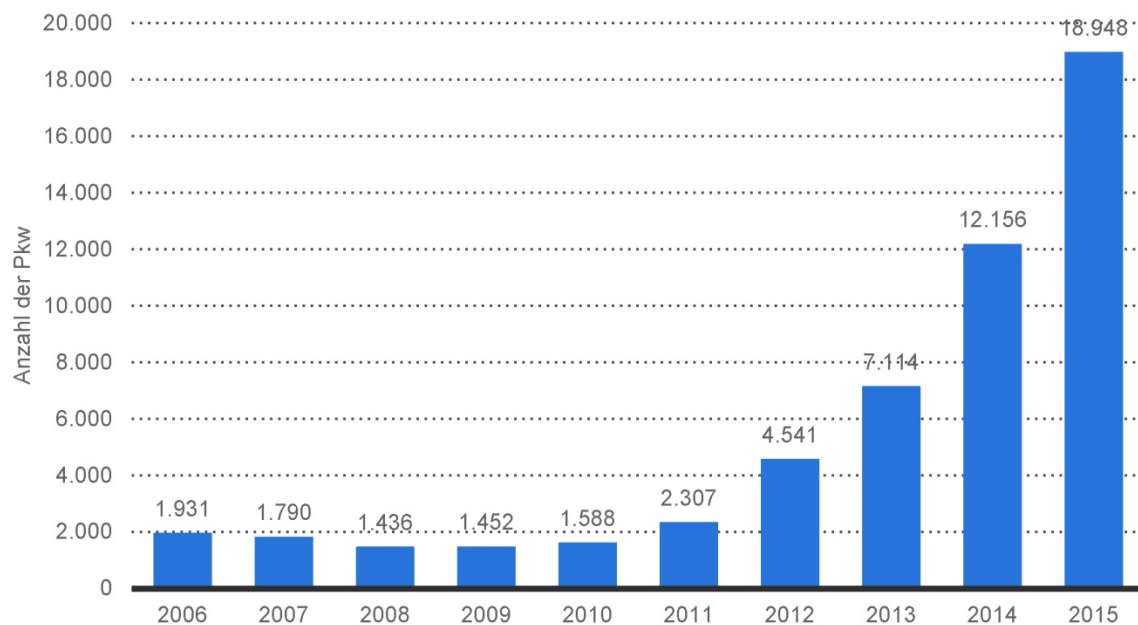
Die Energie-, Klimaschutz- und Umweltpolitik in den beiden letzten Jahrzehnten hat jedoch zu einer beachtlichen Renaissance der Elektromobilität geführt. Der Absatz der Elektroautos verlief zwar über Jahre sehr schleppend (vgl. NPE 2014). Eine deutliche Aufwärtsbewegung ist aber in den letzten drei bis vier Jahren zu verzeichnen (vgl. Abb. 14). Für 2014 ist ein Plus gegenüber dem Vorjahr von 55,9% zu erkennen. Zum 1. Januar 2015 waren so in Deutschland 18.948 Fahrzeuge mit Elektroantrieb gemeldet. In den ersten vier Monaten in 2015 steigerten sich die Verkaufszuwächse gegenüber dem Vorjahr sogar um 95% (BMUB 2015b). Bayern und Baden-Württemberg sind unter den Bundesländern die Spitzenreiter mit jeweils gut 4.000 angemeldeten Fahrzeugen mit reinem Elektroantrieb (Stand 1. Januar 2015, vgl. Abb. 15).

Nach dem Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung soll nach der Pilotphase bis 2011 und der laufenden Markteinführung ab 2016 der Volumenmarkt als dritte Phase eingeleitet werden, um so bis 2020 eine Million Elektroautos auf

²⁶ Vgl. <http://www.autogastanken.de/de/fahrzeuge/technik.html> (31.05.2016).

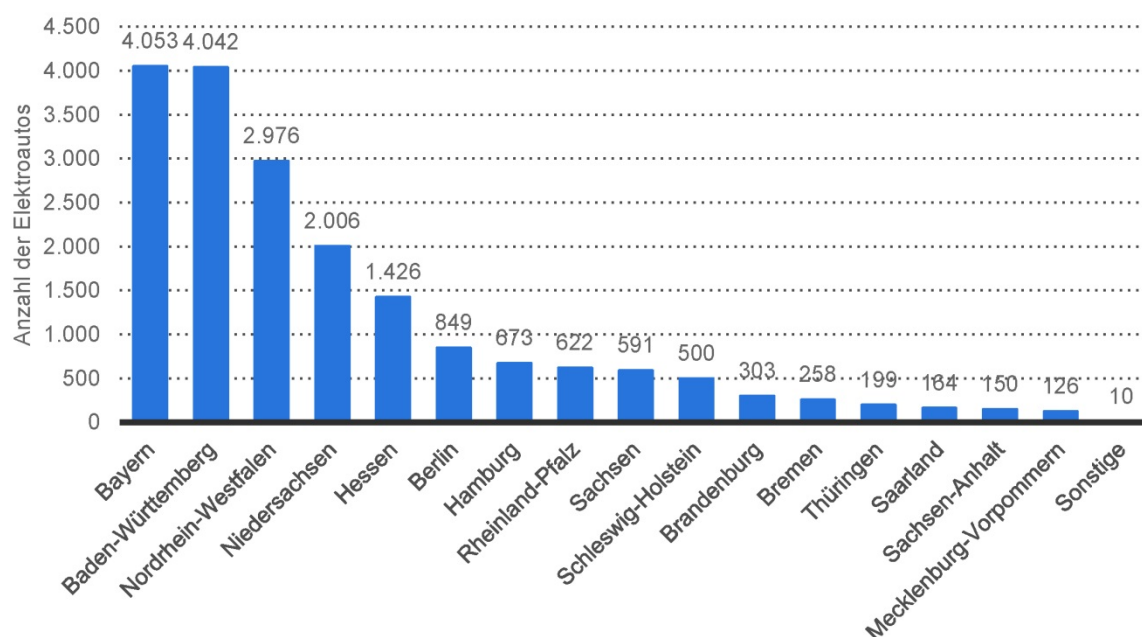
die deutschen Straßen und Stellplätze zu bringen und Deutschland als Leitmarkt der Elektromobilität zu positionieren. Für 2030 ist im Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 der Bundesregierung sogar die Zielmarke von 6 Millionen Elektrofahrzeugen genannt (BMUB 2014c: 46).

Abb. 14: Anzahl der Elektroautos in Deutschland von 2006 bis 2015 (Stand: 1. Januar 2015)



Quelle: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/265995/umfrage/anzahl-der-elektroautos-in-deutschland/> (01.06.2016)

Abb. 15: Anzahl der Personenkraftwagen mit Elektroantrieb in Deutschland nach Bundesländern (Stand: 1. Januar 2015)



Quelle: <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/75841/umfrage/bestand-an-personenkraftwagen-mit-elektroantrieb/> (01.06.2016)

Unter Elektrofahrzeugen versteht die Bundesregierung allerdings nicht nur rein elektrisch angetriebene Fahrzeuge (BEV), sondern auch Elektroautos mit einem „Range Extender“ (Range Extended Electric Vehicle – REEV) und Hybridfahrzeuge, die ein elektrisches und konventionelles Antriebs- und Energiesystem vereinigen (Hybrid Electric Vehicle – HEV). Hierbei sind jedoch nur die „Plug-in-Hybridmodelle“ (Plug-in-Hybrid Electric Vehicle – PHEV) eingeschlossen, deren (größere) Batterie über das Stromnetz aufgeladen werden kann²⁷ (weitergehende Ausführungen zu den Hybridantrieben in Kapitel 3.5).

Die Stromversorgung beim klassischen Elektrofahrzeug erfolgt über eine wiederaufladbare Batterie (Akku), welche an herkömmlichen Steckdosen bzw. an speziellen (Schnell-)Ladestationen gespeist werden kann (vgl. Abb. 16). Entsprechend sind die Ladezeiten für einen Li-Ionen-Akku sehr unterschiedlich:

- 6 bis 8 Stunden bei Nutzung einer gewöhnlichen Haushaltssteckdose mit 230 Volt Wechselstrom (AC) und einem Ladestrom von 16 Ampere
- 2 bis 3 Stunden bei Verwendung eines Starkstromanschlusses mit 400 Volt Wechselstrom (AC) und einem Ladestrom von 63 Ampere
- zwischen 15 und 60 Minuten bei Nutzung einer Schnellladestation mit Gleichstrom (DC) und einem Ladestrom von bis zu 63 Ampere

Um Ladezeiten während einer längeren Reise zu verkürzen, kann der Effekt des nicht-linearen Ladevorgangs nutzbar gemacht werden: Bereits bei der Hälfte der Ladezeit ist die Batterie zu etwa 80 % geladen.

Abb. 16: Ladestation eines Elektroautos (Parkplatz vor Rathaus Oberhaching)



Foto: Christian Jacoby

²⁷ Vgl. <http://www.bmub.bund.de/themen/luft-laerm-verkehr/verkehr/elektromobilitaet/> (01.06.2016).

Als alternative Ladetechnik steht die kabellose Induktionsladung noch vor einem möglichen Durchbruch. Bereits vor vielen Jahren wurde als weitere Alternative ein System für einen automatisierten Batteriewechsel entwickelt, welches sich allerdings nicht auf dem Markt durchsetzen konnte und in Konkurrenz zu den immer leistungsfähigeren Schnellladestationen kaum noch Chancen haben dürfte.

In Bezug auf die räumliche Verteilung von Elektrofahrzeugen lässt sich eine höhere Dichte in Ballungsräumen erkennen, in denen sowohl die Nachfrage als auch der Zugang zu notwendigen Ladestationen bereits in einem höheren Maße gewährleistet ist. Eine kommunale Förderung der Beschaffung von Elektroautos in größeren Städten wie in der Landeshauptstadt München und die auf größere Städte konzentrierten Carsharing-Angebote mit partiellem Einsatz von Elektroautos verstärken diesen Verteilungseffekt. In ländlichen Regionen mit geringerer Nachfrage erscheint die Nutzungsrate deutlich geringer. In diesen Räumen erweisen sich, auch gerade vor dem Hintergrund der größeren Fahrstrecken, die für die Befriedigung der Mobilitätsbedarfe durchschnittlich zurückgelegt werden müssen, Elektroautos aufgrund ihrer derzeitig geringeren Reichweiten bisher als weniger attraktiv. Auch wenn für die allermeisten Fahrtziele die in modernen Batterien speicherbare Energie ausreichen würde, besteht doch bei den (potenziellen) Nutzern die „Reichweitenangst“, das heißt die Sorge, mit leeren Batterien auf dem Weg liegen zu bleiben.

Aktuell wird der Bereich der Elektromobilität durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, das Bundesministerium für Wirtschaft und weitere Bundesministerien in Zusammenarbeit mit den Ländern anhand diverser Programme auf vielfältige Weise gefördert (Bundesregierung 2011; Bundesregierung 2014d; NPE 2014; zu den bundes- und landespolitischen Zielvorstellungen und Fördermaßnahmen bezüglich des Ausbaus der Elektromobilität ausführlich im Beitrag von Wappelhorst in diesem Band). So sollen sich, angeregt durch Modellvorhaben, Leuchtturmprojekte und „Schaufenster der Elektromobilität“ (vgl. dazu insbesondere auch die Beiträge von Ebert und Weber in diesem Band) bis zum Jahr 2020 eine Million Elektroautos auf Deutschlands Straßen bewegen. Auch die Städte und Gemeinden stehen dieser Zielsetzung überwiegend positiv gegenüber und versuchen häufig, den Ausbau der Elektromobilität mit eigenen Maßnahmen im Rahmen ihrer Möglichkeiten zu fördern (vgl. Difu 2015).

Nach etwas längerer Beratungszeit in Bundesregierung und Bundesrat in 2014 hat im März 2015 der Bundestag das Gesetz zur Förderung der Elektromobilität verabschiedet, um zusätzliche Anreize für die Elektromobilität zu schaffen (Bundesregierung 2014b). Kommunen können danach, zum Beispiel aus Gründen der Luftreinhaltung, künftig entscheiden, wie sie besonders umweltfreundliche Fahrzeuge (reine Batterie-Elektrofahrzeuge, bestimmte Plug-in-Hybridfahrzeuge und Brennstoffzellenfahrzeuge) vor Ort begünstigen wollen. Das Elektromobilitätsgesetz (EMoG) legt außerdem fest, dass für Elektrofahrzeuge besondere Parkplätze an Ladestationen reserviert sind, geringere oder gar keine Parkgebühren für sie anfallen und sie von bestimmten Zufahrtsbeschränkungen ausgenommen sind. Gleichzeitig sollen besondere Kennzeichen eingeführt werden, damit sich die Sonderregeln besser umsetzen und kontrollieren lassen. Neben kostenfreiem Parken für rein elektrisch angetriebene Fahrzeuge oder spezielle Zufahrtsrechte bzw. Aufhebung von Zufahrtsverboten war insbesondere die Nutzung von Busspuren durch Elektrofahrzeuge umstritten. Einzelne Busspuren können für gekennzeichnete Fahrzeuge geöffnet werden, wenn dies im Einzelfall sinnvoll ist und dadurch der ÖPNV nicht behindert wird. Die konkrete Entscheidung liegt im Ermessen der jeweils zuständigen Straßenverkehrsbehörde.

Der Elektromobilität werden erhebliche Umweltvorteile zugesprochen. So liegt der Wirkungsgrad (Anteil der zugeführten Primärenergie, der beim Fahrzeug in Bewegung umgesetzt wird) beim Elektroantrieb bei 64 %, beim Brennstoffzellenantrieb aufgrund der notwendigen Elektrolyse bei nur 28 % und beim benzingetriebenen Auto (Ottomotor) bei lediglich 19 % (BMUB 2014a: 7). Die CO₂-Emissionen von Elektroautos sind entsprechend gegenüber herkömmlichen Pkws deutlich geringer. Während Pkw der Neuwagenflotte im Jahre 2010 im Durchschnitt 177 g CO₂ pro Kilometer ausstoßen und ein effizientes Dieselfahrzeug etwa 120 g, kommen Elektroautos unter Verwendung des bestehenden Strommix in Deutschland auf 109 g und Elektroautos mit Regenerativstrom auf lediglich 5 g CO₂/km.²⁸

Die Elektromotoren erweisen sich auch als sehr geräuscharm, was allerdings die Lärmemissionen des Fahrzeugs insgesamt nur bei niedrigen Geschwindigkeiten (bis 30 km/h) spürbar reduzieren hilft. Sie stoßen – im Betrieb vor Ort – kein Kohlenstoffdioxid oder andere Luftschadstoffe aus, was in Luftbelastungsgebieten (Umweltzonen) von entscheidender Bedeutung ist.

Die Preise für den benötigten Strom liegen deutlich unter den aktuellen Benzinpreisen, zum einen aufgrund der (derzeit) unterschiedlichen Besteuerung der jeweiligen Energieträger, und zum anderen, da die Energieeffizienz von Elektromotoren (Wirkungsgrad) aufgrund geringerer Wärmeverluste höher als bei Verbrennungsmotoren ist.

Jedoch ergeben sich auch negative Aspekte, vor allem im Hinblick auf die hohen Anschaffungskosten für Batterien sowie der gesamten Fahrzeuge, was etwa 10.000 bis 20.000 Euro im Vergleich zu herkömmlichen Fahrzeugen ausmacht. Ein weiterer Nachteil liegt in der bisher bei fast allen Elektroautos angegebenen, relativ geringen Reichweite von etwa 100 bis 150 km, die solche Fahrzeuge (je nach Fahrgeschwindigkeit und Witterungsverhältnissen) maximal zurücklegen können. Damit liegen sie deutlich hinter den klassischen Benzin- bzw. Dieselfahrzeugen wie auch den mit Gas betriebenen Autos (vgl. VCD 2014). Neueste Modelle wie die Ende 2014 auf den Markt gebrachte Mercedes B-Klasse sollen eine maximale Reichweite von 200 km aufweisen (Specht 2014: 85). Für 2016 hat BMW die Markteinführung eines Elektroautos mit einer Reichweite von 300 km in Aussicht gestellt. Bisher kommt als Serienfahrzeug nur der – eher in der Luxusklasse anzusiedelnde – Sportwagen der Firma Tesla (Model S) mit einer 60-KW-Batterie auf eine Maximalreichweite von 386 km, mit der größeren 85-KW-Batterie sogar auf 485 km.

Derzeit stellt zudem die in Deutschland noch mangelnde Ladeinfrastruktur einschließlich unzureichender Lade- und Abrechnungssysteme einen wesentlichen Engpassfaktor für den weiteren Ausbau der Elektromobilität dar (BMVBS 2011a; BMUB 2015b). Noch immer ist eine Vielzahl unterschiedlicher Betreiber von Ladesäulen mit entsprechend unterschiedlichen Bezahlungssystemen auf dem Markt, was längere Reisen mit mehreren Zwischenhalten zum Aufladen erheblich erschwert. Darüber hinaus sind gerade in weniger dicht besiedelten, ländlichen Räumen öffentlich zugängliche Ladesäulen für Elektroautos bisher noch eher eine Seltenheit. In größeren Städten wiederum sind die Voraussetzungen zur Errichtung privater (Schnell-)Ladestationen deutlich ungünstiger. In bestehenden Geschosswohnungsbauten sind speziell Schnellladestationen aufgrund ihrer technischen Anforderungen nur mit großem Aufwand nachrüstbar (o. V. 2014: 41).

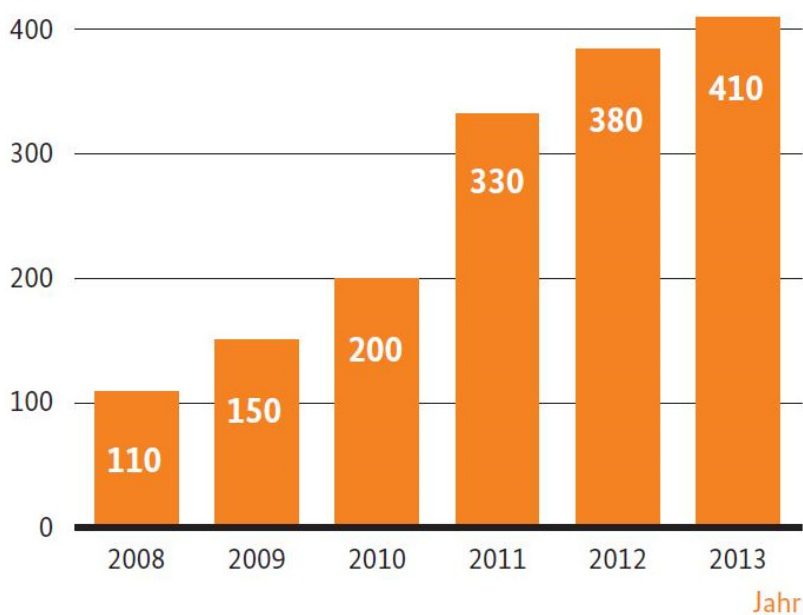
Zur Elektromobilität gehören neben elektrisch betriebenen Autos auch Elektroscooter (meist Elektroroller) und Elektrofahrräder. Während es für Elektroscooter in Deutschland

²⁸ Vgl. <http://www.bmub.bund.de/themen/luft-laerm-verkehr/verkehr/elektromobilitaet/> (01.06.2016).

lediglich einen Nischenmarkt gibt, ist die Absatzentwicklung bei Elektrofahrrädern wesentlich erfolgreicher als bei Elektroautos (vgl. Abb. 17). Sogenannte Pedelecs (Pedal Electric Cycles) unterstützen mithilfe eines am Rahmen des Fahrrads befestigten Elektromotors (maximal 250 Watt) und Akkus die Tretleistung des Radfahrenden bis zu einer Geschwindigkeit von 25 km/h. Dies vereinfacht vor allem das Radfahren für ältere Menschen und trägt zu einer Erleichterung des Fahrens in hügeligem Gelände bei. Die sogenannten E-Bikes (auch S-Pedelecs genannt) sind noch leistungsfähiger, können rein elektrisch (ohne Tretleistung) betrieben werden und erreichen höhere Geschwindigkeiten (bis zu 45 km/h), werden deshalb in Deutschland als Kleinkraftfahrzeug eingestuft und unterliegen somit besonderen Nutzungsbedingungen (Kennzeichen-, Versicherungs-, Führerschein- und Helmpflicht). Außerdem werden für solche Elektroräder auch deutlich höhere Preise verlangt, weshalb ihr Marktanteil bisher nur etwa 5 % der Pedelecs erreicht hat.

Als wesentlicher Vorteil der Elektroräder (Pedelecs und E-Bikes; die Begriffe werden häufig auch synonym verwendet) lässt sich die durch den Elektromotor erzielte Kraftersparnis für den Nutzer nennen. In Kombination mit der (etwas oder deutlich) höheren Geschwindigkeit bieten diese Fahrräder auch für etwas längere Strecken eine Alternative zu der Pkw-Nutzung. Jedoch sind auch in diesem Bereich bestehende Gefahren bzw. Risiken zu beachten. Mit den hochpreisigen E-Bikes erreichen auch ungeübtere Radfahrende hohe Geschwindigkeiten und könnten so unter Umständen ein Sicherheitsrisiko darstellen. In diesen Fällen sollte über die grundsätzliche Einführung von „Einführungseminaren“ für die Nutzer nachgedacht werden. In jedem Falle können Elektroräder als Beitrag zu einer umweltfreundlichen, nachhaltigen Mobilität angesehen werden, wenn diese zu einem verstärkten Verzicht auf den Pkw führen. Der Stromverbrauch dieser Räder ist gering und lässt sich mit Strom aus erneuerbaren Energien leicht decken (vgl. UBA 2014a).

Abb. 17: Entwicklung der Absatzzahlen von Elektrofahrrädern in Deutschland (in Tausend Stück)



Quelle: Difu/BMVI (2014: 15)

3.4 Antriebe mit Brennstoffzellen/Wasserstoffstrom

Mit Brennstoffzellen betriebene Fahrzeuge (Fuel Cell Electric Vehicle – FCEV) wandeln Wasserstoff durch die chemische Reaktion mit Sauerstoff direkt zu Strom und Wasser um (vgl. Abb. 18). Der Antrieb arbeitet dabei völlig abgasfrei, aus dem „Auspuff“ tritt lediglich Wasserdampf. Das Prinzip des Wasserstoffs erweist sich demzufolge als sehr umweltfreundlich, allerdings wird er meist aus Erdgas oder durch Elektrolyse hergestellt, wobei Treibhausgase freigesetzt werden.

Abb. 18: Fahrzeug mit Brennstoffzellenantrieb an Wasserstoff-Tankstelle



Quelle: <http://www.zeit.de/auto/2012-05/batterie-brennstoffzelle-elektroauto> (01.06.2016)

Im Vergleich zu Benzin-, Diesel- oder Erdgasmotoren verfügt der Brennstoffzellenantrieb über einen höheren Wirkungsgrad, was bedeutet, dass ein hoher Anteil der im Kraftstoff gebundenen Energie genutzt werden kann. Somit bietet die Brennstoffzelle auf langfristige Sicht Potenziale für eine umweltschonendere motorisierte Fortbewegung. Allerdings bestehen derzeit noch sehr hohe Kosten für die Erzeugung von Brennstoffzellen und es existieren auch bis dato nur einige wenige Tankstellen, sodass eine serienmäßige Produktion der entsprechenden Fahrzeuge noch ganz in den Anfängen steckt. Der japanische Fahrzeughersteller Toyota, der mit dem Modell „Prius“ Ende 1997 das erste Großserienmodell mit eingebautem Hybridmotor herausbrachte, ist mit dem neuen Modell „Mirai“ im Jahr 2014 wiederum der erste, der ein Wasserstoff-Brennstoffzellenfahrzeug in Großserie produziert. Allerdings führen die enormen Kosten von mehr als 70.000 Euro für einen Mittelklassewagen zu einem sehr überschaubaren Absatz.²⁹

Im Vergleich zu rein elektrisch angetriebenen Fahrzeugen besteht ein wesentlicher Nachteil der Brennstoffzellentechnik im hohen Stromverbrauch, der bei der Produktion von Wasserstoff durch Elektrolyse benötigt wird. Nur wenn zusätzlicher („überflüssiger“) regenerativ erzeugter Strom, wahlweise aus Sonne, Wind- oder Wasserkraft, zum Einsatz kommen kann, kann die Technologie der Brennstoffzelle als wirklich umweltfreundlich gelten (vgl. MUELV 2013). Andernfalls würden bei der Herstellung von Wasserstoff große Mengen fossiler Brennstoffe verbraucht und damit einhergehend entsprechende Mengen an Kohlenstoffdioxid und anderen Schadstoffen freigesetzt. Demzufolge ist die Umweltverträglichkeit bzw. -freundlichkeit der Technologie entscheidend von der Art der Wasserstofferzeugung abhängig (vgl. Randelhoff 2014).

²⁹ Vgl. http://www.focus.de/auto/elektroauto/brennstoffzelle-und-wasserstoff-autos-zwischen-wahn-und-wirklichkeit-wird-das-noch-was-mit-der-brennstoffzelle_id_4792765.html (01.06.2016).

Hinsichtlich der räumlichen Verteilung würden sich die Nutzungsschwerpunkte der Technologie bei einer serienmäßigen Produktion der Fahrzeuge von der Erreichbarkeit der jeweiligen Tankstellen ergeben. Aufgrund ihrer recht großen Reichweiten von etwa 500 km je Tankfüllung würden sich die Fahrzeuge nicht nur in Verdichtungsräumen, sondern auch in ländlichen Regionen zum Einsatz bringen lassen, in denen auch größere Distanzen überwunden werden müssen.

Ob neuere Entwicklungen im Bereich der Energiespeicherung wie zum Beispiel die „Flusszellentechnologie“³⁰ mit einer besonders leistungsfähigen Kombination aus Akkumulator und Brennstoffzelle einen Durchbruch auf dem Markt der Elektromobilität erzielen können, ist zurzeit kaum prognostizierbar. Denn hierbei muss nicht nur die Speichertechnologie zur Serienreife geführt, sondern auch die dazu nötige Ladeinfrastruktur – in Konkurrenz zu anderen Technologien – erst noch aufgebaut werden.

3.5 Hybridantriebe

Hybridfahrzeuge verfügen über einen Antriebsstrang, der aus mindestens zwei unterschiedlichen Energiewandlern (Motoren) und überwiegend auch aus zwei verschiedenen Speichern besteht. Auf diese Weise sollen die positiven Eigenschaften unterschiedlicher Antriebe in einem gemeinsamen Antriebssystem vereint werden. Als Beispiel lassen sich sogenannte Elektro-Hybridfahrzeuge (Hybrid Electric Vehicle – HEV) nennen. Sie kombinieren einen Verbrennungsmotor mit einem Elektromotor und verfügen sowohl über einen Kraftstofftank als auch über einen Speicher für Elektroenergie.³¹

Unterschieden werden bei der Hybridtechnik im Fahrzeugbau Mild-, Voll- und Plug-in-Hybridsysteme. Beim Mild-Hybrid unterstützt der Elektromotor den Verbrennungsmotor zur Leistungssteigerung, das Fahrzeug kann jedoch nicht allein mit dem Elektromotor bewegt werden (bekanntes Modell: Honda Civic Hybrid). Voll-Hybridfahrzeuge sind mit einer höheren Leistung des Elektromotors und entsprechend größerer Batterie in der Lage, auch wenige Kilometer ohne Verbrennungsmotor zu fahren (bisher erfolgreichstes Hybrid-Modell: Toyota Prius Modellreihe III ab 2009). Sowohl beim Mild- als auch beim Vollhybrid wird die Batterie über einen vom Verbrennungsmotor angetriebenen Generator und/oder über eine Bremsenergierückgewinnung (Rekuperation) geladen.

Ist eine Batterieaufladung auch über das Stromnetz mittels eines extern zugeführten Stromkabels „von außen“ möglich, spricht man vom Plug-in-Hybrid (Plug-in-Hybrid Electric Vehicle – PHEV, zum Beispiel das Modell Toyota Prius ab 2011 oder das Modell BMW i8 ab 2014). Bei den Plug-in-Hybriden werden die Reichweiten für das rein elektrische Fahren immer größer. So kommt der BMW i8 mit seinem Plug-in-Hybridsystem und einem Turbo 1,5-Liter-3-Zylinder-Benzinmotor auf eine Leistung von 170 kW (231 PS) mit bis zu 320 Nm Drehmoment und erzielt einen kombinierten Verbrauch von nur 2,1 l/100 km bei einer CO₂-Emission von 49 g/km. Das Auto kann dabei mit einer Geschwindigkeit von bis zu 65 km/h bis maximal 37 km weit rein elektrisch fahren.

Verfügt ein Fahrzeug lediglich über eine Start-Stopp-Automatik und gegebenenfalls zusätzlich über eine Rekuperation zum Laden der Starterbatterie, so wird der vorhandene Elektromotor nur als Startergenerator, nicht aber zum Antrieb des Fahrzeugs einge-

³⁰ Vgl. <http://www.nanoflowcell.com> (01.06.2016).

³¹ Vgl. <http://www.hybrid-infos.de/> (01.06.2016).

setzt, sodass hier ein sogenannter Mikro-Hybrid, jedoch kein hybrider Antriebsstrang gegeben ist.

Im Segment der Vollhybrid-Fahrzeuge sind in den letzten Jahren zahlreiche Modelle gerade auch von deutschen Herstellern auf den Markt gekommen. Am 1. Januar 2016 waren nach Erhebungen des Kraftfahrt-Bundesamts in Deutschland etwa 130.000 Plug-in-Hybridautos angemeldet, gegenüber dem Vorjahr eine Steigerung um 21% (vgl. Abb. 19). Bayern belegt bei den Hybridantrieben mit etwa 23.000 angemeldeten Fahrzeugen hinter Nordrhein-Westfalen mit knapp 25.000 Fahrzeugen einen guten zweiten Platz.

Abb. 19: Pkw-Bestand in Deutschland nach Kraftstoffarten (Stand Januar 2016)

Bestand an Personenkraftwagen in den Jahren 2006 bis 2015 nach ausgewählten Kraftstoffarten							
Jahr (jeweils 1. Januar)	Benzin	Diesel	Flüssiggas (einschließlich bivalent)	Erdgas (einschließlich bivalent)	Elektro	Hybrid	Zum Vergleich: Insgesamt
2006	35.918.697	10.091.290	40.585	30.554	1.931	5.971	46.090.303
2007	35.594.333	10.819.760	98.370	42.759	1.790	11.275	46.569.657
2008 ¹⁾	30.905.204	10.045.903	162.041	50.614	1.436	17.307	41.183.594
2009	30.639.015	10.290.288	306.402	60.744	1.452	22.330	41.321.171
2010	30.449.617	10.817.769	369.430	68.515	1.588	28.862	41.737.627
2011	30.487.578	11.266.644	418.659	71.519	2.307	37.256	42.301.563
2012	30.452.019	11.891.375	456.252	74.853	4.541	47.642	42.927.647
2013	30.206.472	12.578.950	494.777	76.284	7.114	64.995	43.431.124
2014	29.956.296	13.215.190	500.867	79.065	12.156	85.575	43.851.230
2015	29.837.614	13.861.404	494.148	81.423	18.948	107.754	44.403.124

¹⁾ Ab 1. Januar 2008 nur noch angemeldete Fahrzeuge ohne vorübergehende Stilllegungen/Außerbetriebsetzungen.

Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt (2016: 1)

Der Einsatz von Hybridfahrzeugen soll dazu beitragen, Antriebsenergie einzusparen und damit auch die Produktion von Schadstoffen und Treibhausgasen zu reduzieren. Das System folgt dabei einem recht einfachen Prinzip: Verbrennungsmotoren verfügen bei geringen Leistungen über einen schlechten Wirkungsgrad, elektrische Komponenten hingegen über einen recht guten. Die Idee besteht nun darin, den Verbrennungsmotor immer dann zum Einsatz zu bringen, wenn er einen guten Wirkungsgrad aufweist, sprich wenn viel Kraft benötigt wird, wie beispielsweise beim Beschleunigen und bei hohen Geschwindigkeiten. Wenn hingegen auch eine geringe Leistung ausreicht, arbeitet der Elektromotor effektiver. Auf diese Weise wird neben dem Energie- auch der Kraftstoffverbrauch, vor allem im Stadtverkehr, bei überwiegend geringeren Geschwindigkeiten gesenkt.

Die zu erzielende Reichweite lässt sich in etwa mit derjenigen der klassischen Ottomotoren vergleichen, da der reduzierte Treibstoffverbrauch häufig durch kleinere Benzintanks kompensiert wird. So kann das zusätzliche Gewicht der Batterien mit einem kleineren Tankvolumen etwas ausglich werden. Die Anschaffungskosten liegen derzeit jedoch noch deutlich über denen eines herkömmlichen Diesel- oder Benzinfahrzeuges.

Die Einsatzbereiche von elektrischen Hybridfahrzeugen liegen sowohl in Verdichtungs- als auch in ländlichen Räumen, da aufgrund der großen Reichweiten der Fahrzeu-

ge auch längere Strecken zurückgelegt werden können und das vorhandene flächendeckende Tankstellennetz auch für solche Fahrzeuge genutzt werden kann. Hinsichtlich der größeren Einsparungsvorteile von Energie und Kraftstoff ergeben sich wohl deutlichere Vorteile für verdichtete Räume, in denen überwiegend kurze Strecken mit einem geringeren Energieaufwand zurückgelegt werden, als dies in ländlichen Bereichen der Fall ist. Bei einem Einsatz von Fahrzeugen überwiegend im Langstreckenbereich sind Autos mit verbrauchsarmen Dieselmotoren nach wie vor wirtschaftlicher als Hybridfahrzeuge mit Benzinmotoren. Nur die in der Anschaffung noch teureren Diesel-Hybrid-Motoren zeigen noch günstigere Verbrauchswerte.

4 Ausblick auf zukünftige Entwicklungen

Die zukünftige Mobilitätsentwicklung hängt von vielen Faktoren ab und kann an dieser Stelle nicht umfassend diskutiert werden. Für die Raumforschung und Raumplanung ist der Zusammenhang mit der Entwicklung der Bevölkerungs-, Siedlungs- und Infrastruktur einerseits (vgl. z.B. Oeltze/Wauer/Schwarzlose et al. 2006; Schürmann/Spiekermann 2011) und den Anforderungen an den Umweltschutz – speziell Ressourcen- und Klimaschutz – andererseits im Sinne des Leitbilds der nachhaltigen Raumentwicklung besonders wichtig. Darüber hinaus wird in den letzten Jahren der Einfluss technologischer Innovationen wie im Bereich der Elektromobilität, vor allem aber auch der modernen Informations- und Kommunikationstechnologien immer deutlicher. Die Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologie zeigt dabei nicht nur direkte Auswirkungen auf die Mobilitätsformen und -technologien (z.B. im Bereich der Fahrzeugtechnik und Verkehrssteuerung), sondern auch vielfältige indirekte Einflüsse im Bereich des Mobilitätsverhaltens (z.B. Inter- und Multimodalität, Nutzung von Car- und Bikesharing-Systemen).

Entwicklung der Bevölkerungs- und Siedlungsstrukturen

Die Bevölkerungsentwicklung in Deutschland ist bekanntlich trotz internationaler Wanderungsbewegungen und damit Zuzüge von außen insgesamt aufgrund einer erheblich negativen natürlichen Entwicklung (Saldo von Geburten- und Sterberaten) seit Längerem rückläufig (vgl. Schlömer/Bucher/Hoymann 2015). Der demografische Wandel vollzieht sich allerdings in den Ländern bzw. verschiedenen Strukturräumen ganz unterschiedlich. Für Bayern ergibt eine auf dem Zensus 2011 beruhende, aktualisierte Bevölkerungsprognose eine weitere Zunahme der Bevölkerung auf 12,94 Mio. bis 2023 und danach eine weitgehende Stabilisierung der Werte bis 2032. Im Vergleich zu diesem knapp dreiprozentigen Bevölkerungswachstum in Bayern geht die Bevölkerung im Bundesgebiet insgesamt gemäß der 12. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes um gut 5 Prozentpunkte zurück (Bayerisches Landesamt für Statistik 2014: 5). Neben dem Bevölkerungswachstum in den prosperierenden Räumen gibt es aber auch in Bayern sogenannte Schrumpfsregionen, dies sind im Wesentlichen strukturschwache ländliche Räume (zur Entwicklung der ländlichen Räume in Bayern vgl. StMELF 2014a; StMELF 2014b sowie StMFLH 2014a; StMFLH 2014b).

Trotz des für Bayern geschätzten positiven Wanderungssaldos von durchschnittlich etwa 50.000 Personen pro Jahr führt die demografische Entwicklung insgesamt zu einer weiteren Alterung der Gesellschaft. So steigt in diesem Zeitraum in Bayern der Anteil der über 65-Jährigen um 39% auf rund 3,4 Millionen (Bayerisches Landesamt für Statistik 2014: 18). Wie das Beispiel des Landkreises München zeigt, werden als Reaktion auf diese Entwicklung die Angebote an Fahrdiensten für ältere, insbesondere auch gehbehin-

derte Menschen in den Gemeinden immer mehr ausgedehnt. Damit wird den älteren Menschen ermöglicht, Arztbesuche und Einkäufe zu erledigen oder Freizeitaktivitäten durchzuführen und so am gesellschaftlichen Leben teilzuhaben. Auch die Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen und deren schrittweiser Ausbau hin zum automatisierten Fahren geschieht nicht zuletzt auch vor dem Hintergrund wachsender Nachfrage aufgrund der älter werdenden automobilen Gesellschaft.

In den Wachstumsregionen lässt die zunehmende Zahl an Einwohnern und Arbeitsplätzen nicht nur den Ausbau der öffentlichen Verkehrsinfrastruktur notwendig werden, sondern erhöht auch die Chancen für neue Mobilitätsformen wie insbesondere das Carsharing, mit dem die Kunden zum Beispiel teure private Stellplätze einsparen können. Neue Mobilitätstechnologien wie die Elektromobilität bieten Chancen, die problematischen Schadstoffimmissionen in den größeren Städten zu senken. In den ländlichen Räumen können alternative Formen des ÖPNV mithilfe moderner Informations- und Kommunikationstechnologien erfolgreich eingesetzt, aber auch andere Formen zur Gewährleistung der Mobilität wie Fahrgemeinschaften oder privates Carsharing verstärkt genutzt werden.

Entwicklung der Versorgungsstrukturen

In den ländlichen Räumen ist die Mobilitätsentwicklung neben dem Bereich der Pendlerverflechtungen insbesondere auch mit der Entwicklung der Versorgungsstruktur des Einzelhandels verknüpft. Nach Angaben des Eurohandelsinstituts (EHI) sank zwischen 1966 und 2013 die Zahl der Läden zur Versorgung mit dem täglichen Bedarf von rund 150.000 auf 38.600 Verkaufsstellen und damit um fast 75 % (Bundesregierung 2015b: 3). Eine Erreichbarkeitsanalyse des Thünen-Instituts für Ländliche Räume kommt zu dem Schluss, dass etwa die Hälfte der Deutschen den nächsten Lebensmittelmarkt fußläufig erreichen kann, in ländlichen Kreisen gelte dies aber nur für ein Drittel der Bevölkerung (Bundesregierung 2015b: 3).

Der konstatierten Verschlechterung der Erreichbarkeit der Versorgungseinrichtungen in ländlichen Räumen wird zwar mit mobilen Geschäften zur Grundversorgung (fahrender Bäcker etc.) entgegengewirkt, dennoch gestaltet sich die Versorgungssituation in ländlichen Räumen – nicht nur beim Einzelhandel, sondern auch bei Dienstleistungen wie dem Gesundheitswesen – zunehmend schwierig und trägt zu einem Anwachsen der erzwungenen Mobilität bzw. einer Benachteiligung immobiler Bevölkerungskreise bei. Im Rahmen der Modellvorhaben der Raumordnung (MORO) „Aktionsprogramm regionale Daseinsvorsorge“ wurden in den letzten Jahren bereits vielfältige Strategien entwickelt und Ansätze erprobt, um den entsprechenden Herausforderungen in den strukturschwachen ländlichen Räumen zu begegnen (vgl. Kaether 2014; BMVI 2015). Mit dem neuen Modellvorhaben „Langfristige Sicherung von Versorgung und Mobilität in ländlichen Räumen“ konnten das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur und das BBSR 18 Modellregionen gewinnen, die ab 2016 innovative Konzepte erarbeiten und umsetzen, um damit sowohl die Daseinsvorsorge und Nahversorgung als auch die Mobilität in ländlichen Räumen gewährleisten zu können.

Der stark ansteigende Onlinehandel wird sicherlich die defizitären Strukturen im Bereich von Versorgung und Dienstleistungen in ländlichen Räumen in Teilen kompensieren können, schafft allerdings mit den Lieferdiensten zusätzliche Verkehrsströme. Wie diese Entwicklung in der verkehrlichen Gesamtbilanz abschneiden wird, hängt von verschiedenen Faktoren ab (z.B. Fahrzeugflotte, Routenoptimierung, zeitliche Bündelung

der Warenauslieferung, Kosten für den Warenumtausch) und ist noch in vertiefenden Studien zu untersuchen.

Die Entwicklung der Bevölkerungs-, Siedlungs- und Versorgungsstruktur wird insgesamt in den Wachstumsräumen zu einer deutlich höheren Verkehrsnachfrage bzw. zu höheren Verkehrsleistungen führen, die im Sinne des Nachhaltigkeitsprinzips vorrangig über die Verkehrsträger des Umweltverbunds aufzunehmen sind. In den Stagnations- und Schrumpfräumen wird das Verkehrsaufkommen allenfalls leicht abnehmen und die Herausforderung einer nachhaltigen Raum- und Mobilitätsentwicklung wird darin liegen, allen Bevölkerungskreisen im Sinne gleichwertiger Lebensbedingungen und Sicherung der Daseinsvorsorge die notwendige Mobilität mit einem umweltfreundlicheren Individualverkehr und flexiblen, nachfrageorientierten Systemen des öffentlichen Verkehrs zu ermöglichen.

Anforderungen des Ressourcen- und Klimaschutzes

Eine nachhaltige Entwicklung von Verkehr und Mobilität, insbesondere auch im Hinblick auf den Ressourcen- und Klimaschutz, ist nicht nur eine wichtige Zielsetzung der Europäischen Kommission (EU-Kommission Generaldirektion Mobilität und Verkehr 2011), sondern wesentlicher Baustein der Nachhaltigkeitsstrategie der deutschen Bundesregierung (Bundesregierung 2002; Bundesregierung 2012) sowie entsprechender Strategien der Länder (für Bayern: Bayerische Staatsregierung 2013). Neben den Nachhaltigkeitsstrategien sind von Bund und Ländern zahlreiche weitere Programme mit direkter oder indirekter Bedeutung für eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung aufgestellt worden (vgl. den Beitrag von Wappelhorst in diesem Band).

Der Klimaschutz ist – auch im Sektor Verkehr – im direkten Zusammenhang mit der Energiewende zu sehen: „Es ist wichtig, dass im Verkehrssektor die Treibhausgasemissionen und die Risiken in Verbindung mit der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen verringert werden. Der Europäische Rat ersucht die Kommission daher, auch nach 2020 weitere Instrumente und Maßnahmen für ein umfassendes und technologieneutrales Konzept zu prüfen, mit dem die Emissionsreduktion und die Energieeffizienz im Verkehrssektor, der Elektroverkehr und erneuerbare Energiequellen im Verkehrssektor gefördert werden“ (Europäischer Rat 2014: 5).

Der Anteil erneuerbarer Energien im Verkehrssektor kann vor allem über den Ausbau der Elektromobilität erreicht werden (Bundesregierung 2014c: 20 ff.), was natürlich eine konsequente Fortführung der Energiewende notwendig macht. Flächen- und Leistungspotenziale für eine möglichst dezentrale Gewinnung und Bereitstellung erneuerbarer Energien sind vor allem im Bereich der Windkraftnutzung vorhanden (UBA 2013), werden jedoch in Bayern unter anderem durch die hier eingeführte „10H-Regelung“ sehr stark begrenzt (zum Stand der Energiewende in Bayern vgl. StMWI 2015). Eine aktuelle, unter Berücksichtigung von ökologischen, ökonomischen, technischen, infrastrukturellen und systemischen Faktoren durchgeführte Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes kommt zu dem Schluss, dass die direkte Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen wie Sonne oder Wind die treibhausgasärmste und kostengünstigste Option insbesondere für Pkw, leichte Nutzfahrzeuge oder Verteiler-Lkw darstellt. In anderen Verkehrsbereichen wie der Seeschifffahrt und kommerziellen Luftfahrt bieten sich gasförmige (Power-to-Gas) und flüssige (Power-to-Liquid) Kraftstoffe an, die mittels Ökostrom aus Wasser und Kohlendioxid gewonnen werden können (UBA 2014c; UBA 2015c). Schließlich müssen auch für schwere Nutzfahrzeuge entsprechende Strategien entwickelt werden (UBA 2015a).

Da der Strombedarf trotz Maßnahmen zur Energieeinsparung und -effizienz aufgrund zunehmender Stromanwendungen, wie nicht zuletzt bei der Elektromobilität, voraussichtlich konstant bleiben wird (in Bayern ca. 85 Mrd. Kilowattstunden/Jahr, vgl. Bayerische Staatsregierung/StMUG 2013: 23), ist der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien zur Erreichung einer nachhaltigen Entwicklung also besonders wichtig. Insgesamt gelten die Potenziale bezüglich Klimaschutz und nachhaltiger Energienutzung im Verkehrssektor als beträchtlich und längst noch nicht ausreichend genutzt (VCÖ 2015).

Im Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 der Bundesregierung ist vorgesehen, die im Juni 2013 beschlossene Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie als ein wichtiges Umsetzungsinstrument für die Energiewende im Verkehr im Sinne der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie fortzusetzen. Bislang gibt die Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie einen Überblick über Technologien sowie Energie- und Kraftstoffoptionen der verschiedenen Verkehrsträger. Die EU-Richtlinie „Clean Power for Transport“ verpflichtet nunmehr dazu, bis Ende 2016 nationale Strategiepläne zu entwickeln, mit denen der Aufbau einer Tank- und Ladeinfrastruktur für alternative Kraftstoffe vorangebracht werden soll (BMUB 2014c: 46).

Die politischen Zielsetzungen, Strategien und Programme zum Klimaschutz und zur Energiewende im Verkehrssektor weisen sowohl auf EU- als auch Bundes- und Länderebene auf eine zukünftige Verstärkung der Anforderungen an eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung hin, sind jedoch grundsätzlich technologieoffen. Damit muss gegenwärtig offenbleiben, welche der zuvor behandelten Antriebstechnologien sich in Verbindung mit den entsprechenden Energiesystemen in welchem Umfang auf dem Markt werden durchsetzen können.

Ein gegenüber der Energiewende zuletzt eher vernachlässigtes Feld des Ressourcenschutzes ist das Ziel, die Flächenneuanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke auf 30 ha/Tag im Jahr 2020 (in den Jahren 2009–2012 lag der Wert bei 74 ha/Tag) zu reduzieren. Dieses bereits seit vielen Jahren von verschiedenen Bundesregierungen gesetzte Ziel kann als zentrales quantifiziertes Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie des Bundes betrachtet werden. Was den Flächenverbrauch für den Verkehr angeht, ist nach etlichen Jahren mit einem stabilen Niveau von 22–24 ha/Tag in letzter Zeit eine deutliche Abnahme dieser Flächenverbrauchsrate festzustellen (Goetzke/Schlump/Hoymann et al. 2014: 3). Dieser möglicherweise andauernde Trend kann einerseits auf ein abklingendes Siedlungsflächenwachstum mit zurückgehendem verkehrlichem Erschließungsaufwand und andererseits auf eine Umorientierung der staatlichen Investitionen im Fernstraßenbau hin zu mehr Erhaltungsaufwendungen zurückgeführt werden (Goetzke/Schlump/Hoymann et al. 2014: 3).

Neue bzw. in ihrer Attraktivität neu etablierte, alternative Mobilitätsformen können unter bestimmten Rahmenbedingungen zu einer Reduzierung des Flächenbedarfs für die verkehrliche Mobilität beitragen. Eine Veränderung des Modal Split in Richtung Verkehrsträger des Umweltverbunds, ob durch flexible Angebote des ÖPNV oder Steigerung des Rad- und Fußverkehrs, reduziert den Flächenbedarf, da der spezifische Flächenbedarf pro Personenkilometer bei Bussen und Bahnen, aber auch beim Rad- und Fußverkehr deutlich geringer als beim motorisierten Individualverkehr ist.

Für die Entwicklung des Carsharings ist eine ambivalente Einschätzung zu geben: Einerseits werden höhere Werte der Verkehrsleistung (Personenkilometer/Fahrzeug) erzielt bzw. erwartet, sodass weniger Fahrzeuge und damit weniger Stellfläche benötigt werden. Andererseits kann die Zunahme des Carsharings zu einer abnehmenden Auslastung des ÖPNV führen, wobei der ÖPNV pro Personenkilometer einen geringeren Flächenbedarf für die Verkehrsinfrastruktur als der motorisierte Individualverkehr hat. Aktu-

elle Studien zeigen auf, dass beim klassischen, stationsgebundenen Carsharing die für den ÖPNV positiven Synergieeffekte überwiegen, jedoch beim sich stärker ausbreitenden Free-Floating-Carsharing der ÖPNV tatsächlich Fahrten verliert. Dies ist für die Verkehrsverbünde in den betroffenen Verdichtungsräumen wie München nicht unerheblich, wobei die zunehmende Nutzung des Fahrrads vergleichsweise noch ein deutlich größeres Verlustpotenzial für den ÖPNV darstellt (MVV 2015: 24 f.).

Technologische Entwicklungen im Bau- und Verkehrswesen

Es ist davon auszugehen, dass die Zahl der Elektrofahrzeuge wie auch die dezentrale erneuerbare Stromerzeugung, speziell die Energiegewinnung an und in Gebäuden, weiter zunehmen wird. Die Bundesregierung unterstützt im Rahmen der „Forschungsinitiative Zukunft Bau“ unter anderem entsprechende Demonstrationsvorhaben, bei denen Plusenergiehäuser und Elektromobilität verknüpft werden (BMUB 2015a: 69). Erste Modellgebäude („Effizienzhaus Plus“) mit Stromspeicher und Ladestation für Elektroautos sind bereits zu besichtigen. Im Projekt „3E MFH“ wird dieses Zusammenspiel sogar erstmals im Mehrfamilienhaus mit einer größeren Zahl von Wohnparteien erprobt. Dazu werden für Strom- und Wärmeerzeugung Mini-Blockheizkraftwerke und Photovoltaikanlagen kombiniert und zusätzlich zur Fahrzeugbatterie ein stationärer Batteriespeicher installiert. Dieses Gesamtsystem soll in die Energiehandelsmärkte eingebunden werden („SchwarmStrom“), um den überschüssigen Strom vermarkten zu können (BMUB 2014b). Dieses Konzept setzt eine intelligente Haustechnik im Wohngebäude (Smart Grid) voraus. Eine Studie der Wirtschaftsprüfungsgesellschaft Deloitte geht davon aus, dass in Deutschland bis 2020 eine Million solcher „smart homes“ existieren werden (Deloitte Consulting 2015: 3). Letztlich ist dies auch ein wesentlicher Baustein zukünftiger „Smart Cities“ (vgl. Jakubowski 2014), welche mit ihren intelligenten und effizienten, vernetzten Strukturen große Chancen für eine nachhaltige Stadtentwicklung bergen.

Bevor jedoch die vollständig elektrisch angetriebenen Fahrzeuge die Oberhand auf unseren Straßen gewinnen, werden vermutlich noch für längere Zeit Autos mit Hybridantrieben als „Zwischentechnologie“ die Märkte erobern. Wann die erwartete „Vorherrschaft“ dieser Zwischentechnologie wiederum durch die rein elektrisch betriebenen Fahrzeuge abgelöst wird, ist schwer einzuschätzen. Einerseits wird die Entwicklung von der Schaffung möglicher, derzeit diskutierter steuer- und baurechtlicher Anreize für die Elektromobilität abhängen. Andererseits wird es auf die weitere technologische Entwicklung der Energiespeicher und damit die Reichweite von Elektrofahrzeugen ankommen. Schließlich stellt sich auch die Frage, welche Rolle alternative Antriebe mit strombasierten Kraftstoffen (Power-to-Gas/Wasserstoff, Power-to-Liquid) in Zukunft spielen können. Es deutet vieles darauf hin, dass sich trotz der politischen Zielvorgaben in Richtung Elektromobilität auch auf längere Sicht ein Nebeneinander von herkömmlichen Antriebstechnologien mit fossilen Energieträgern, Hybridtechnologien und reinen Elektroantrieben einstellen wird.

Die parallel verlaufende dynamische Entwicklung im Bereich des assistierten und automatisierten Fahrens könnte auch einen zusätzlichen Impuls für die Elektromobilität geben. Denn Global Player im IT-Bereich wie Google und Apple sehen eine Möglichkeit, nicht nur in das Geschäft mit der Autoelektronik stärker einzusteigen, sondern gleich die komplette Herstellung von selbstfahrenden Elektromobilen in die Hand zu nehmen (Bernau 2015: 20). Der zurzeit intensivierte Ausbau der digitalen Infrastruktur, speziell der mobilen Breitbandnetze (Bund: „Digitale Agenda 2014–2017“, Freistaat Bayern: „Bayern digital“ und „Bayerische Breitband-Initiative“; vgl. Bundesregierung 2014a; Deutscher

Bundestag 2014; StMWI 2015) ist erforderlich, um neue Technologien wie insbesondere das automatisierte Fahren zum flächendeckenden Einsatz bringen zu können. Gleichzeitig werden damit aber auch die Möglichkeiten intelligenter Systeme für flexible ÖPNV-Angebote, eine multimodale Mobilität wie auch für die Elektromobilität (Stichwort „Lademanagement“) erweitert.

Die zukünftige verstärkte Nutzung leistungsfähiger mobiler Dateninfrastrukturen in Verbindung mit dem im Aufbau befindlichen europäischen Satellitennavigationssystem Galileo hat das Potenzial, zu einer nachhaltigen Mobilitätsentwicklung erheblich beizutragen. Denn damit lässt sich nicht nur die Straßenverkehrssicherheit, sondern auch die Straßenverkehrseffizienz mit intelligenten Verkehrssystemen und automatisiertem Fahren verbessern. Schnittstellen zwischen den Verkehrsträgern im Sinne einer nahtlosen Reisekette „von Tür zu Tür“ können damit weiter optimiert werden (Bundesregierung 2014c: 11). Ob bei dieser Infrastrukturentwicklung die ländlichen Räume – wie bei der allgemeinen Breitbandversorgung – wieder ins Hintertreffen geraten und erst mit einiger Verzögerung Anschluss an die Verdichtungsräume finden, wird davon abhängen, ob die diesbezüglich nötigen staatlichen Förderungen für die ländlichen Räume zeitnah erfolgen.

Entwicklung des Mobilitätsverhaltens

Als weiterer, wesentlicher Trend der Mobilitätsentwicklung ist die zunehmende Vernetzung der Verkehrsträger und Verkehrsangebote anzusprechen („Intermodalität“). Zukünftig wird das bisher dominierende Verhalten „Verkehrsteilnehmer fährt mit dem eigenen Auto von A nach B“ immer mehr abgelöst durch Reisen, bei denen verschiedene Verkehrsmittel kombiniert werden, mit denen man das Ziel am schnellsten, am günstigsten und am komfortabelsten erreichen kann. Die Verkehrsmittelvielfalt wird entsprechend weiter zunehmen („Multimodalität“), sodass ein individuell bedarfsgerechter Verkehrsmittelmix die Regel wird, der sich des Pkws ebenso bedient wie des Fahrrads oder des ÖPNVs (Munzinger 2014: 32 f.). Dieser Trend geht einher mit einem zunehmenden Autoverzicht, insbesondere bei der jüngeren urbanen Bevölkerung, der durch den Ausbau der Carsharing-Angebote, aber auch durch einen leistungsfähigen ÖPNV und ein attraktives Radwegenetz gestützt wird. Würden Ansätze zur stringenteren Lenkung der Mobilitätsnachfrage mittels „Mobility Pricing“, insbesondere durch die City-Maut, auch in den Ballungsräumen Deutschlands zur Anwendung kommen, könnte dies den Umweltverbund im städtischen Verkehr erheblich stärken und damit zu einer nachhaltigen Mobilitätsentwicklung in den urbanen Räumen beitragen.

Um nicht nur die Verkehrsinfrastrukturen in Richtung einer nachhaltigen Mobilität weiterzuentwickeln, sondern auch das Verkehrsverhalten positiv zu beeinflussen, ist die Etablierung einer über die herkömmliche Verkehrsplanung hinausgehenden, auf Nachhaltigkeit ausgerichteten, ganzheitlichen Mobilitätsplanung erforderlich. Entsprechende Ansätze auf kommunaler Ebene werden seit einiger Zeit von der Europäischen Kommission unter der Marke „Sustainable Urban Mobility Plan“ (SUMP) gefördert (vgl. Wefering/Rupprecht/Bührmann et al. 2014) und auf regionaler Ebene im Rahmen des EU-Programms „Alpine Space“ in dem Projekt PUMAS („Planning sustainable regional-Urban Mobility in the Alpine Space“) erprobt.³² Raumordnung und Regionalentwicklung sollten dieses Aufgabenfeld nicht der „Fachplanung Verkehr“ überlassen, sondern bei der regio-

³² Vgl. <http://www.pumasproject.eu/> (02.06.2016).

nalen Mobilitätsplanung im Sinne einer integrierten, nachhaltigen Entwicklungsplanung eine führende, zumindest aber eine koordinierende Rolle einnehmen.

Literatur

- Aberle, C.; Werbeck, I. (2013): Komfortabel, vernetzt, klimafreundlich: Online-Mobilitätsangebote als Instrumente einer Nachhaltigen Entwicklung? Studie in Auftrag des Rates für Nachhaltige Entwicklung. Berlin.
- ADFC Regensburg – Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club Regensburg (2013): Lebensqualität sichern – Mobilität gestalten. Ein verkehrspolitisches Programm für Regensburg. Regensburg.
- ARE – Bundesamt für Raumentwicklung (CH) (Hrsg.) (2013): Abstimmung von Siedlung und Verkehr. Diskussionsbeitrag zur künftigen Entwicklung von Siedlung und Verkehr in der Schweiz – Schlussbericht. Bern.
- ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (2011): Postfossile Mobilität und Raumentwicklung. Hannover. = Positionspapier aus der ARL 89.
- ARL-LAG – Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Landesarbeitsgemeinschaft Bremen/Hamburg/Niedersachsen/Schleswig-Holstein (2014): Stärkung der Innenstädte und Ortskerne. Initiativen und Instrumente aus der Praxis für die Praxis. Hannover.
- Bayerische Staatsregierung (2013): Bayerische Nachhaltigkeitsstrategie. München.
- Bayerische Staatsregierung; StMUG – Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (2013): Klimaschutz Bayern 2020. München.
- Bayerischer Landtag (2015a): Carsharing. Schriftliche Anfrage und Antwort im Bayerischen Landtag. München.
http://www.bayern.landtag.de/ElanTextAblage_WPI7/Drucksachen/Schriftliche_Anfragen/17_0004519.pdf (30.05.2016).
- Bayerischer Landtag (2015b): Radeln in Bayern – Radschnellwege definieren und in Ballungsräumen umsetzen! Beschluss des Bayerischen Landtags. Drs. 17/6886 vom 10. Juni 2015. München.
- Bayerisches Landesamt für Statistik (2014): Regionalisierte Bevölkerungsvorausberechnung für Bayern bis 2032. München. = Beiträge zur Statistik Bayerns 546.
- BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2014): Leistungsbeschreibung. Forschungsprogramm Zukunft Bau. Forschungsprojekt: Untersuchung von Stellplatzsatzungen und Empfehlungen für Kostensenkungen unter Beachtung moderner Mobilitätskonzepte. Bonn.
- BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.) (2015): Neue Mobilitätsformen, Mobilitätsstationen und Stadtgestalt. Bonn.
- Bernau, V. (2015): Projekt iCar. In: Süddeutsche Zeitung Nr. 36 vom 16. Februar 2015, 20.
- Bertelsmann Stiftung (2014): Nachhaltigkeitsstrategien erfolgreich entwickeln. Strategien für eine nachhaltige Zukunft in Deutschland, Europa und der Welt. Gütersloh.
- BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2014a): Erneuerbar mobil. Marktfähige Lösungen für eine klimafreundliche Elektromobilität. Berlin.
- BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2014b): Wege zum Effizienzhaus Plus. Berlin.
- BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2014c): Aktionsprogramm Klimaschutz 2020. Kabinettsbeschluss vom 3. Dezember 2014. Berlin.
- BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2015a): Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRes). Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen. Berlin.

- BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2015b): Elektromobilität: Weiterer Marktaufbau für E-Fahrzeuge. Gemeinsame Pressemitteilung mit der Bundesregierung, PM Nr. 138/15 vom 15.06.2015. Berlin.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2011a): Elektromobilität in Deutschland. Praxisleitfaden. Aufbau einer öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur für Genehmigungsbehörden und Antragsteller. Berlin.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2011b): Elektromobilität – Deutschland als Leitmarkt und Leitanbieter. Berlin.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.) (2009a): Handbuch zur Planung flexibler Bedienungsformen im ÖPNV. Ein Beitrag zur Sicherung der Daseinsvorsorge in nachfrageschwachen Räumen. Berlin/Bonn.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.) (2009b): Mobilitätskonzepte zur Sicherung der Daseinsvorsorge in nachfrageschwachen Räumen. Bonn. = BBSR-Online-Publikation 10/2009.
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.) (2015): Aktionsprogramm regionale Daseinsvorsorge. Projektassistenz Umsetzungsphase. Berlin. = BMVI-Online-Publikation 04/2015.
- Bracher, T.; Gies, J.; Thiemann-Linden, J. (2014): Umweltverträglicher Verkehr 2050: Argumente für eine Mobilitätsstrategie für Deutschland. Dessau. = UBA Texte 59/2014.
- Brill, K. (2014): Die Kraft der kleinen Orte. In: Süddeutsche Zeitung Nr. 250 vom 30.10.2014, 5.
- Bundesregierung (2002): Perspektiven für Deutschland. Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung. Berlin.
- Bundesregierung (2011): Regierungsprogramm Elektromobilität. Berlin.
- Bundesregierung (2012): Nationale Nachhaltigkeitsstrategie. Fortschrittsbericht 2012. Berlin.
- Bundesregierung (2013): Zukunft der Mobilität – Entwicklung der Mobilitätsforschung des Bundes, Antwort auf eine kleine Anfrage im Bundestag. BT-Drs. 17/12119 vom 18.01.2013. Berlin.
- Bundesregierung (2014a): Digitale Agenda 2014 bis 2017. BT-Drs. 18/2390 vom 25.08.2014. Berlin.
- Bundesregierung (2014b): Entwurf eines Gesetzes zur Bevorrechtigung der Verwendung elektrisch betriebener Fahrzeuge (Elektromobilitätsgesetz – EmoG) vom 24. September 2014. Berlin.
- Bundesregierung (2014c): Erster Fortschrittsbericht Energiewende. BT-Drs. 18/3487 vom 8.12.2014. Berlin.
- Bundesregierung (2014d): Regierungsprogramm Elektromobilität – Bislang umgesetzte Maßnahmen. Berlin.
- Bundesregierung (2015a): Entwurf eines Gesetzes zur Erhöhung der Sicherheit informationstechnischer Systeme (IT-Sicherheitsgesetz). BT-Drs. 18/4096 vom 25.02.2015. Berlin.
- Bundesregierung (2015b): Sicherung ländlicher Nahversorgung. Antwort auf eine Kleine Anfrage im Bundestag. BT-Drs. 18/3950 vom 05.02.2015. Berlin.
- Der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr der Hansestadt Bremen (2012): Bericht der Verwaltung: Umsetzung des Car-Sharing Aktionsplans. 4. Januar 2012, Bremen.
<http://mobilpunkt-bremen.de/> (11.04.2014).
- Deutscher Bundestag (2014): Antrag: Moderne Netze für ein modernes Land – Schnelles Internet für alle. BT-Drs. 18/1973 vom 02.07.2014. Berlin.
- Deutscher Bundestag (2015): Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2015. Unterrichtung durch die Bundesregierung. BT-Drs. 18/4310 vom 11.03.2015. Berlin.
- Deloitte Consulting (2015): Ready for Takeoff? Smart Home aus Konsumentensicht.
<http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/technology-media-telecommunications/Smart%20Home%20Consumer%20Survey%20Text%2020150701.pdf> (11.11.2015).

- DIE WELT (2014): Deutsche Fahrradverleihsysteme überzeugen im ADAC-Test. Berlin.
<http://www.welt.de/newsticker/news3/article108268091/Deutsche-Fahrradverleihsysteme-ueberzeugen-im-ADAC-Test.html> (30.05.2016).
- Difu – Deutsches Institut für Urbanistik (2015): Elektromobilität in Kommunen – ein Stimmungsbild. Ergebnisse der DIfU-Städtebefragung 2014. Berlin.
- Difu – Deutsches Institut für Urbanistik; BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2014): Radverkehr in Deutschland. Zahlen, Daten, Fakten. Berlin.
- DStGB – Deutscher Städte- und Gemeindebund (2014): Förderung des Radverkehrs in Städten und Gemeinden. Berlin.
<http://edoc.difu.de/edoc.php?id=TJ2R9O40> (31.12.2014).
- EU-Kommission Generaldirektion Mobilität und Verkehr (2011): Weißbuch zum Verkehr. Luxemburg.
- Europäischer Rat (2014): Tagung des Europäischen Rates (23./24. Oktober 2014) Schlussfolgerungen zum Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030. Brüssel.
http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/de/ec/145377.pdf (02.06.2016).
- Frick, K.; Höchli, B. (2014): Die Zukunft der vernetzten Gesellschaft. Neue Spielregeln, neue Spielmacher. Rüschlikon/Zürich.
- Fromm, T. (2014): Schneller als das Recht erlaubt. In: Süddeutsche Zeitung Nr. 275 vom 29.11.2014, 28.
- Gertz, C.; Stein, A. (Hrsg.) (2004): Raum und Verkehr gestalten. Festschrift für Eckhard Kutter. Berlin.
- Goetzke, R.; Schlump, C.; Hoymann, J.; Beckmann, G.; Dosch, F. (2014): Flächenverbrauch, Flächenpotenziale und Trends 2030. Bonn. = BBSR-Analysen KOMPAKT 07/2014.
- Grzanna, M. (2015): Digitaler Drahtseilakt. In: Süddeutsche Zeitung Nr. 118 vom 26.05.2015, 20.
- Hefter, T.; Götz, K. (2013): Mobilität älterer Menschen. State of the Art und Schlussfolgerungen für das Projekt COMPAGNO. Frankfurt am Main. = ISOE-Diskussionspapiere 36.
- Hirschl, B.; Dietz, K.; Vogelpohl, T.; Dunkelberg, E.; Backhouse, M.; Herrmann, R.; Brüntrup, M. (Hrsg.) (2014): Biokraftstoffe zwischen Sackgasse und Energiewende. Sozial-ökologische und transnationale Perspektiven. München.
- Jakubowski, P. (2014): Auf dem Weg zu Smart Cities. Stadtzukünfte mit neuen Technologien. Bonn. = BBSR-Analysen KOMPAKT 04/2014.
- Kaether, J. (2014): Das Aktionsprogramm regionale Daseinsvorsorge – ein wichtiger Orientierungspunkt für die Entwicklung einer Demografiestrategie. In: BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.): Vom demografischen Wandel besonders betroffene Regionen. Ein wichtiges Thema im Kontext der Demografiestrategie. Bonn, 112-120. = BBSR-Online-Publikation 11/2014.
- Kagermeier, A. (1997): Siedlungsstruktur und Verkehrsmobilität – Eine empirische Untersuchung am Beispiel von Südbayern. Dortmund. = Verkehr Spezial 3.
- Kraftfahrt-Bundesamt (2015): Der Fahrzeugbestand am 1. Januar 2015. Pressemitteilung Nr. 5/2015, Berlin.
http://www.kba.de/ShaaredDocs/Pressemitteilungen/DE/2015/pm_05_15_Bestand_01_2015.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (31.05.2016).
- Kraftfahrt-Bundesamt (2016): Bestand an Pkw am 1. Januar 2016 nach ausgewählten Kraftstoffarten. Berlin.
http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/2016_b_umwelt_dusl.html?nn=663524 (31.05.2016).
- Lenz, B. (2011): Verkehrsrelevante Wechselwirkungen zwischen Mobilitätsverhalten und Nutzung von IuK-Technologien. In: Informationen zur Raumentwicklung 10/11, 609-618.
- MIL – Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft des Landes Brandenburg (2013): „Aktiv und mobil“ – Leitfaden zur Mobilität älterer Menschen. Potsdam.

- MUELV – Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2013): Wasserstoff aus Windenergie. Ein Speichermedium mit vielen Anwendungsmöglichkeiten. Wiesbaden.
- Munzinger, T. (2014): Demografischer Wandel: Handlungsbedarfe in den Kommunen – politische Strategien. In: BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.): Vom demografischen Wandel besonders betroffene Regionen. Ein wichtiges Thema im Kontext der Demografiestrategie. Bonn, 32-38. = BBSR-Online-Publikation 11/2014.
- MVV – Münchner Verkehrs- und Tarifverbund (2015): Verbundbericht 2014. München.
- NPE – Nationale Plattform Elektromobilität (2014): Fortschrittsbericht 2014. Bilanz der Marktvorbereitung. Berlin.
- o.V. (2014): Angeschlossen – Manche Bauträger installieren Stellplätze für Elektroautos. In: Süddeutsche Zeitung Nr. 256 vom 07.11.2014, 41.
- Öko-Institut; ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung; car2go (2014): Flexibles Carsharing: Elektrofahrzeuge positiv bewertet. Gemeinsame Pressemitteilung vom 3. Juli 2014. Freiburg/Berlin/Frankfurt am Main.
- Oeltze, S.; Wauer, S.; Schwarzlose, I.; Bracher, T.; Eichmann, V.; Ludwig, U.; Dreger, C. (2006): Szenarien zur Mobilitätsentwicklung unter Berücksichtigung von Siedlungsstrukturen bis 2050. Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Magdeburg, Berlin, Halle.
- Randelhoff, M. (2014): Wie funktioniert ein Brennstoffzellenfahrzeug? Dresden.
<http://www.zukunft-mobilitaet.net/77641/zukunft-des-automobils/elektromobilitaet/wie-funktioniert-ein-brennstoffzellenfahrzeug-technik-kritik-bewertung/> (01.06.2016).
- Ross, A. (2012): Bei Anruf Bus. In: Süddeutsche Zeitung Nr. 284 vom 08.12.2012, R21.
- RP-Energie-Lexikon (2014): Erdgasfahrzeug. Bad Dürkheim.
<http://www.energie-lexikon.info/erdgasfahrzeug.html> (31.05.2016).
- Schlömer, C.; Bucher, H.; Hoymann, J. (2015): Die Raumordnungsprognose 2035 nach dem Zensus. Bonn. = BBSR-Analysen KOMPAKT 05/2015.
- Schürmann, C.; Spiekermann, K. (2011): Räumliche Wirkungen von Verkehrsprojekten. Ex post Analysen im stadtreionalen Kontext. Bonn. = BBSR-Online-Publikation 02/2011.
- Specht, M. (2014): Der Raumgleiter. Mercedes B-Klasse mit neuen Antrieben. In: Süddeutsche Zeitung Nr. 251 vom 31.10.2014, 85.
- Stadt Offenburg (2015): Vorhabenbeschreibung: Aufbau eines Netzes von Mobilitätsstationen in Offenburg und Umgebung. Offenburg.
<http://www.offenburg.de/html/media/dl.html?v=17749> (30.05.2016).
- Stielike, J.M. (2014): Konstitutionelle Anforderungen an die Versorgung peripherster Räume mit Infrastrukturen und Angeboten der Daseinsvorsorge. In: BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (Hrsg.): Vom demografischen Wandel besonders betroffene Regionen. Ein wichtiges Thema im Kontext der Demografiestrategie. Bonn, 71-77. = BBSR-Online-Publikation 11/2014.
- Stiewe, M.; Reutter, U. (Hrsg.) (2012): Mobilitätsmanagement – Wissenschaftliche Grundlagen und Wirkungen in der Praxis. Essen.
- StMELF – Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2014a): Strategien und Maßnahmen in den Leitlinien – Ergebnisse der Regionalkonferenzen in Bayern, Oktober 2014. München.
http://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/landentwicklung/dokumentationen/dateien/2014_11_visionen_2030_ergebnisse_der_regionalkonferenzen_anhang.pdf (02.06.2016).
- StMELF – Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2014b): Zukunft durch Zusammenarbeit. Vision 2030 für den ländlichen Raum. Positionspapier vom 21. Oktober 2014. München.
- StMFLH – Bayerisches Staatsministerium der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat (2014a): Heimatstrategie. Starke Zukunft für Stadt und Land. München.

- StMFLH – Bayerisches Staatsministerium der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat (2014b): Heimatbericht 2014. Entwicklung des ländlichen Raums. München.
- StMI OBB – Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr (2011a): Siedlungsentwicklung und Mobilität. München. = Arbeitsblätter für die Bauleitplanung - Materialien 8.
- StMI OBB – Oberste Baubehörde im Bayerischen Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr (2011b): Radverkehrshandbuch RadlLand Bayern. München.
- StMWI – Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie (2015): Fortschrittsbericht 2013/2014 zum Umbau der Energieversorgung. München.
- StMWI – Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie (2015): Zukunftsstrategie Bayern Digital. München.
- UBA – Umweltbundesamt (2013): Potenzial der Windenergie an Land. Studie zur Ermittlung des bundesweiten Flächen- und Leistungspotenzials der Windenergienutzung an Land. Dessau-Roßlau.
- UBA – Umweltbundesamt (2014a): E-Rad macht mobil. Potenziale von Pedelecs und deren Umweltwirkung. Dessau-Roßlau.
- UBA – Umweltbundesamt (2014b): Erster „Blauer Engel“ für „Mobilitätskarten“. Presseinfo Nr. 45 vom 17.10.2014. Dessau-Roßlau.
- UBA – Umweltbundesamt (2014c): Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050. Dessau-Roßlau. = UBA Climate Change 07/2014.
- UBA – Umweltbundesamt (2015a): Zukünftige Maßnahmen zur Kraftstoffeinsparung und Treibhausgasminderung bei schweren Nutzfahrzeugen. Dessau-Roßlau. = UBA Texte 32/2015.
- UBA – Umweltbundesamt (2015b): Monitoringbericht 2015 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Dessau-Roßlau.
- UBA – Umweltbundesamt (2015c): Postfossile Energieversorgungsoptionen für einen treibhausgasneutralen Verkehr im Jahr 2050: Eine verkehrsträgerübergreifende Bewertung. Dessau-Roßlau. = UBA Texte 30/2015.
- VCD – Verkehrsclub Deutschland (2014): Elektromobilität. Hype oder Heilsbringer? Berlin. <http://www.vcd.org/elektromobilitaet.html> (01.06.2016).
- VCÖ – Verkehrsclub Österreich (2015): Klima und Energie – Potenziale im Verkehr. Wien. VCÖ-Schriftenreihe „Mobilität mit Zukunft“ 2/2015.
- Vettori, A. (2015): Förderprogramm für alternative Antriebstechniken. In: Süddeutsche Zeitung Nr. 3 vom 5. Januar 2015, R7.
- Völklein, M. (2015a): Abholbereit am Straßenrand. In: Süddeutsche Zeitung Nr. 119 vom 27.05.2015, R2.
- Völklein, M. (2015b): Mehr Autos – aber weniger Parkplätze. In: Süddeutsche Zeitung Nr. 241 vom 20.10.2015, R4.
- Wappelhorst, S. (2011): Mobilitätsmanagement in Metropolregionen. Dissertation an der Universität der Bundeswehr München. Neubiberg.
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2012): Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Berlin.
- Wefering, F.; Rupprecht, S.; Bührmann, S.; Böhler-Baedeker, S. (2014): Guidelines. Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan. Brüssel.

Autoren

Dr.-Ing. **Nicole Braun** (*1986) hat an der TU Kaiserslautern Raum- und Umweltplanung studiert und arbeitete von 2013 bis 2016 als wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Universität der Bundeswehr München, Fachgebiet Raumplanung und Mobilität in der Fakultät für Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften. Ihre Dissertation widmete sich dem Thema „Zwischennutzungen – Städtebauliche Potenziale für eine nachhaltige Konversion militärischer Liegenschaften“. Zurzeit arbeitet sie bei Höckers Projects Managers GmbH in München für das Projektmanagement Innerstädtische Isar.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. **Christian Jacoby** (*1959), Mitglied der ARL, hat an der Universität Kaiserslautern Raum- und Umweltplanung studiert und nach drei Jahren Berufspraxis in Planungs- und Gutachterbüros an der Universität Kaiserslautern als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Dozent über das Thema „Strategische Umweltprüfung in der Raumplanung“ promoviert. Seit 2002 ist er Professor an der Universität der Bundeswehr München und leitet dort das Fachgebiet Raumplanung und Mobilität in der Fakultät für Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen raumplanerische Strategien und Klimawandel, nachhaltige Siedlungsentwicklung und Konversionsmanagement, nachhaltige Mobilitätsentwicklung, strategische Umweltprüfung und Raum- und Umweltmonitoring. In der ARL ist er zurzeit Leiter der Landesarbeitsgemeinschaft Bayern.

Sandra Wappelhorst

Bundes- und landespolitische Rahmenbedingungen der Elektromobilität – strukturelle Implikationen

Gliederung

- 1 Einleitung
- 2 Nachhaltige Mobilitätspolitik auf Bundes- und Landesebene
 - 2.1 Raumordnungspolitik und Raumplanung
 - 2.2 Verkehrspolitik und Verkehrsplanung
 - 2.2.1 Fachplanungen
 - 2.2.2 Gesetze, Strategien, Konzepte und Programme
 - 2.2.3 Forschung
- 3 Verbindung von Planung und Politik oder: Wie sieht die Realität aus?
- 4 Fazit und Ausblick

Literatur

Kurzfassung

Eine integrierte und nachhaltige Mobilitätsentwicklung stellt die Verkehrspolitik auch zukünftig vor zentrale Herausforderungen. Vor dem Hintergrund des Klimawandels und der Verknappung fossiler Energieträger wird es auch in Zukunft notwendig sein, Strategien und Konzepte zu entwickeln, die eine integrierte, vernetzte und nachhaltige Mobilität sicherstellen. Dazu bedarf es aus raumordnerischer Sicht einer Differenzierung nach strukturellen Unterschieden, um bedarfsgerechte Mobilitätsangebote zu schaffen und eine nachhaltige Mobilität in allen Landesteilen zu sichern.

Schlüsselwörter

Siedlungspolitik – Verkehrspolitik – Wirtschaftspolitik – integrierte Mobilität – nachhaltige Mobilität – Siedlungsstrukturen – strukturelle Unterschiede

Federal and State Policy Framework for Electromobility – Spatial Implications

Abstract

Providing integrated and sustainable mobility will remain a key challenge for transport policy in the future. Climate change and the increasing scarcity of fossil fuels will make it necessary to develop strategies and policies to ensure integrated, interconnected and sustainable mobility. From the perspective of spatial planning this requires consideration of differences in spatial structures in order to create or guarantee appropriate mobility offers in all parts of the country.

Keywords

Settlement policy – transport policy – economic policy – integrated mobility – sustainable mobility – settlement patterns – spatial structure differences

1 Einleitung

Elektromobilität, Carsharing, Fahrrad- und Rollerverleihsysteme, Fernbusse, Ridesharing, Taxi-Teiler, Autonomes Fahren, Digitalisierung – die Mobilitätswelt ist in den letzten Jahren einer starken Dynamik unterworfen. Die Diversifikation neuer Mobilitätsangebote geht einher mit einer Vielzahl neuer Dienstleister und Geschäftsmodelle, die die Notwendigkeit eines eigenen Autos überflüssig machen, insbesondere in den Großstädten. Aber auch ländliche Regionen können von diesen neuen Angeboten profitieren, um eine nachhaltige Mobilität¹ zu fördern. Dies sind wichtige Schritte in Richtung einer postfossilen Mobilitätskultur, auch vor dem Hintergrund der weltweiten Diskussion um die Verknappung nicht erneuerbarer Energieträger und den Klimawandel.

Das Thema Elektromobilität², das in jüngerer Vergangenheit wieder eine Renaissance erfahren hat, stellt in diesem Zusammenhang einen wesentlichen Baustein auf dem Weg in Richtung dieser neuen Mobilitätskultur dar.

Der Vorteil der Elektrifizierung von Fahrzeugantrieben und deren Verknüpfung wird vor allem darin gesehen, einen wesentlichen Beitrag zur Verringerung von CO₂-Emissionen im Verkehrssektor zu leisten, sofern Strom aus regenerativen Energiequellen genutzt wird. Darüber hinaus wird das Potenzial darin gesehen, durch die Verwendung regenerativer Energieträger wie Wind, Sonne oder Wasserkraft die Abhängigkeit vom Öl zu mindern. Neben ökologischen Potenzialen wird aus ökonomischer Sicht davon ausgegangen, dass die Elektromobilität dazu beitragen kann, die Wirtschaftskraft in Deutschland zu erhalten und auszubauen. Aus sozialer Sicht wird der Vorteil der Elektromobilität darin gesehen, dass der Ausstoß von Schadstoffen, Feinstaub und Lärm verringert und damit die Lebensqualität insbesondere in den Städten gesteigert wird.

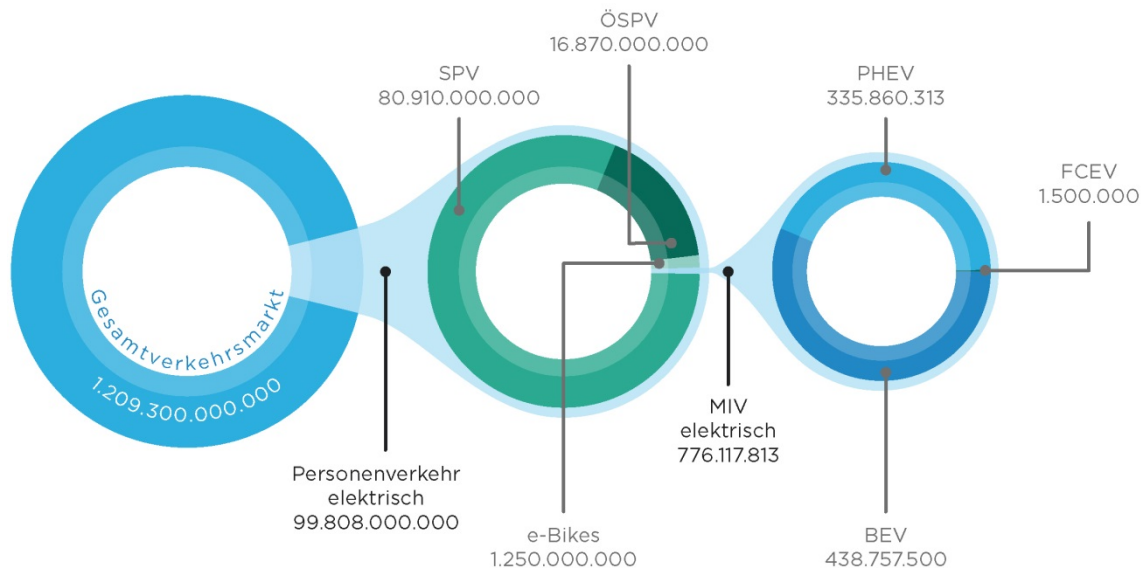
Wie wichtig es ist, die Verkehrswende in Richtung einer postfossilen Mobilität voranzubringen, verdeutlichen auch folgende Zahlen: So trägt der Verkehrssektor mit rund 18% in erheblichem Umfang zum gesamten CO₂-Ausstoß in Deutschland bei, was im Wesentlichen auf den Straßenverkehr zurückzuführen ist. Darüber hinaus ist der Verkehrsbereich der einzige Sektor, der seinen Ausstoß in den vergangenen Jahren nicht senken konnte (UBA 2015: 105 ff.). Auch der Anteil erneuerbarer Energien im Verkehrssektor (gemessen am gesamten Kraftstoffverbrauch) im Jahr 2014 belegt den dringenden Handlungsbedarf im Verkehrssektor: Während im Energiesektor deutliche Zunahmen bei hohen Anteilen zu verzeichnen waren, betrug dieser im Verkehrssektor lediglich 5,4% und liegt damit seit einigen Jahren auf vergleichsweise gleich niedrigem Niveau (BMW 2015). Auch die Verkehrsleistungen elektrischer Verkehrsmittel ist gegenüber konventionellen Fahrzeugen vergleichsweise gering: So wird nur ein geringer Teil der

¹ Mobilität ist nachhaltig, wenn sie aus ökonomischer Sicht zum Wirtschaftswachstum beiträgt, aus ökologischer Sicht eine umweltverträgliche Verkehrsabwicklung fördert und aus sozialer Perspektive kein Selbstzweck ist.

² Unter dem Begriff Elektromobilität werden in diesem Zusammenhang Fahrzeuge verstanden, die von einem Elektromotor angetrieben werden und ihre Energie überwiegend aus dem Stromnetz beziehen.

Gesamtverkehrsleistung mit elektrischen Fahrzeugen erbracht. Der größte Anteil wird vonseiten des Schienenpersonenverkehrs und öffentlichen Schienenpersonenverkehrs erbracht, der geringste mit elektrischen Fahrzeugen des motorisierten Individualverkehrs. Die Verkehrsleistung des elektrischen motorisierten Individualverkehrs setzt sich zu rund 57% aus rein batterieelektrischen Fahrzeugen und zu etwa 43% aus Plug-in-Hybriden zusammen (vgl. Abb. 1).

Abb. 1: Verkehrsleistung Elektromobilität 2015



SPV = Schienenpersonenverkehr; ÖSPV = Öffentlicher Schienenpersonenverkehr; MIV = Motorisierter Individualverkehr; PHEV = Plug-in-Hybrid Electric Vehicle; FCEV = Fuel Cell Electric Vehicle; BEV = Batterieelektrisch betriebene Fahrzeuge

Quelle: Hendzlik/Howe/Steiner (2016: 14)

Die dargestellten Zahlen und Entwicklungen machen deutlich, dass noch einige Anstrengungen notwendig sind, um die Verkehrswende in Richtung einer postfossilen Mobilitätskultur voranzubringen und das Thema Elektromobilität als wichtigen Baustein dieser Phase zu etablieren.

Dabei sind die Ziele der Bundesregierung ambitioniert: Bereits seit den 1980er Jahren verfolgt die deutsche Bundesregierung den Ausbau erneuerbarer Energien, die Steigerung der Energieeffizienz und die Umsetzung von Energiesparmaßnahmen in den drei Sektoren Strom, Wärme und Mobilität. In allen drei Bereichen hat sich die Bundesregierung das Ziel gesetzt, den Primärenergieverbrauch bis 2020 um 20% und bis 2050 um 50% gegenüber 2008 zu senken. Gleichzeitig soll der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch erhöht werden: 2020 soll dieser für alle drei Sektoren 18% betragen, bis 2050 60%. Der Ausstoß von Treibhausgasen soll bis zum Jahr 2020 um 40% und bis 2050 um mindestens 80% gegenüber 1990 gesenkt werden (BMWi/BMU 2010: 5). Die im Jahr 2013 veröffentlichte Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung spezifiziert die genannten Reduktionsziele erstmals für den Verkehrssektor und zeigt Wege auf, wie die Energiewende hier langfristig umgesetzt werden kann. Im Fokus stehen vor allem alternative Kraftstoffe, neue Antriebstechnologien und die Erstellung von Mobilitäts- und Logistikkonzepten (BMVBS 2013).

Die deutsche Bundesregierung hat deshalb beschlossen, gemeinsam mit der Industrie die Elektromobilität als einen wesentlichen Baustein einer nachhaltigen Mobilität voranzutreiben und die Technologie zur Marktreife zu führen. Strategisches Ziel ist es, bis zum Jahr 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen zu haben. Darüber hinaus soll Deutschland als Leitmarkt und Leitanbieter für Elektromobilität entwickelt werden (Bundesregierung 2009: 2). Dazu hat die Bundesregierung in den vergangenen Jahren verschiedene Programme und Strategien verabschiedet sowie Forschungsvorhaben, Praxistests und große Modellprojekte gefördert. Mit dem im Sommer 2015 in Kraft getretenen Elektromobilitätsgesetz (EmoG) wurde ein weiterer wichtiger Schritt zur Förderung der Elektromobilität geschaffen. Durch das Gesetz wird den Kommunen ein Werkzeug an die Hand gegeben, um e-Autos im Straßenverkehr zu privilegieren, beispielsweise durch Sonderrechte beim Parken, die Nutzung von Busspuren oder die Aufhebung von Zufahrtsverboten. Dadurch sollen beispielsweise die Luftqualität in den Städten verbessert und alternative Mobilitätsformen bessere Berücksichtigung finden. Gleichzeitig wird mit den Privilegierungen die Hoffnung verbunden, die Nachfrage und damit den Absatz von Elektrofahrzeugen zu erhöhen.

Neben den Bemühungen auf Bundesebene ist es aus raumordnerischer Sicht notwendig, dass die Raumplanung und Raumordnungspolitik im Allgemeinen und die Verkehrsplanung und Verkehrspolitik im Speziellen auf allen Ebenen (Bund, Länder, Kommunen) abgestimmte Ziele und Grundsätze zur Umsetzung einer nachhaltigen, postfossilen Mobilität formulieren und dabei neben Umwelt-, Natur- und Landschaftsschutzbelangen sowie sozialen und demografischen Entwicklungen vor allem auch siedlungsstrukturelle Unterschiede berücksichtigen. Dazu müssen unter anderem energieeffiziente und saubere Technologien, eine Verkehr vermeidende Raumplanung und attraktive Gemeinschaftsverkehre in dicht besiedelten Räumen sowie ländlichen Gebieten gefördert werden. Dies bedarf neben einer entsprechend abgestimmten Verankerung in den verschiedenen Planwerken sowie innerhalb der Fachplanungen der Erprobung und der langfristigen Umsetzung nachhaltiger Mobilitätsformen wie der Elektromobilität in der Praxis.

Vor diesem Hintergrund stellen sich aus Sicht der Raumentwicklung folgende Fragen:

- Was ist vonseiten der Planung und Politik bislang getan worden, um die Potenziale der Elektromobilität flächendeckend auszuschöpfen und damit einen wichtigen Schritt in Richtung einer postfossilen Mobilitätskultur in allen Strukturräumen zu schaffen?
- Welche Möglichkeiten hat die Raumplanung, diese Prozesse zu unterstützen, zu koordinieren bzw. hierbei steuernd oder rahmensetzend einzugreifen?

Zur Beantwortung der Fragen werden zunächst bundes- und landespolitische Zielvorstellungen und Grundsatzaussagen in den entsprechenden formellen Planwerken sowie innerhalb der Fachplanungen im Verkehrsbereich analysiert. Anschließend wird ein Blick auf Strategien, Konzepte und Programme des Bundes und der Länder (am Beispiel Bayerns) der vergangenen Jahre geworfen und Praxisanwendungen im Forschungsfeld Elektromobilität werden genauer analysiert. Die Betrachtung der politischen Aussagen sowie der Praxisanwendungen soll ein Bild darüber geben, inwiefern diese der Praxisrealität entsprechen und inwieweit strukturräumliche Unterschiede berücksichtigt werden; dies ausgehend von der Annahme, dass die Elektromobilität einen wesentlichen Beitrag zur

Umsetzung einer postfossilen Mobilitätskultur in unterschiedlichen Strukturräumen leisten kann und damit zu einer dauerhaft umweltgerechten, nachhaltigen Raumentwicklung beiträgt. Dabei geht es nicht darum, zusätzliche Fahrzeuge auf die Straßen zu bringen, sondern durch sinnvolle Vernetzung elektromobiler Mobilitätsangebote unter Verwendung regenerativer Energieträger konventionell angetriebene Fahrzeuge zu ersetzen.

2 Nachhaltige Mobilitätspolitik auf Bundes- und Landesebene

Um zu prüfen, was vonseiten der Planung und Politik bislang getan wurde, um die Potenziale der Elektromobilität flächendeckend auszuschöpfen und damit einen wichtigen Schritt in Richtung einer postfossilen Mobilitätskultur in allen Strukturräumen zu schaffen, werden nachfolgend Zielvorstellungen und Grundsatzaussagen in Plänen, Programmen und Strategien sowie Gesetzeswerken auf Bundes- und Landesebene im Hinblick auf das Thema nachhaltige Mobilität und Elektromobilität genauer untersucht (vgl. Tab. 1).

Tab. 1: Rahmenbedingungen einer nachhaltigen Mobilität und der Elektromobilität in ausgewählten Programmen, Strategien und Gesetzestexten

		Bundesebene	Landesebene (Beispiel Bayern)
Raumordnungs- politik und Raum- planung	Gesetze, Programme und Leitbil- der	<ul style="list-style-type: none"> • Raumordnungsgesetz (ROG) • Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung 	<ul style="list-style-type: none"> • Landesplanungsgesetz Bayern (BayLplG) • Landesentwicklungsprogramm Bayern (LEP)
	Fachplanun- gen	<ul style="list-style-type: none"> • Bundesverkehrswegeplan 2030 	<ul style="list-style-type: none"> • Generalverkehrsplan Bayern
	Gesetze, Strategien, Konzepte und Pro- gramme	<ul style="list-style-type: none"> • Kraftstoffstrategie • Integriertes Energie- und Klimaprogramm • Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung • Energiekonzept • Regierungsprogramm Elektromobilität • Nationale Nachhaltigkeitsstrategie - Fortschrittsbericht 2012 • Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie • Elektromobilitätsgesetz (EmoG) 	<ul style="list-style-type: none"> • Klimaprogramm Bayern 2020 • Bayerisches Energiekonzept • Bayerische Nachhaltigkeitsstrategie
	Forschung	<ul style="list-style-type: none"> • Forschungsvorhaben zum Thema Elektromobilität (Aktivitäten vonseiten der folgenden Bundesministerien: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) 	<ul style="list-style-type: none"> • Forschungsvorhaben zum Thema Elektromobilität (Aktivitäten vonseiten des Bayerischen Wirtschaftsministeriums)

2.1 Raumordnungspolitik und Raumplanung

Auf Ebene der EU bildet das Europäische Raumentwicklungskonzept (EUREK) (Europäische Kommission 1999) einen Orientierungsrahmen für die territoriale Zusammenarbeit und ist Grundlage für die räumlichen Ziele und Optionen der zukünftigen raumwirksamen Politiken und Maßnahmen.

In Deutschland ist die Steuerung und Entwicklung der räumlichen Struktur zu einer nachhaltigen Raumentwicklung Aufgabe der Raumordnung und ist im Raumordnungsgesetz (ROG) und den Landesplanungsgesetzen der Länder gesetzlich geregelt. Raumordnerische Leitvorstellungen und Instrumente zu ihrer Umsetzung gibt es in Deutschland auf drei Ebenen: Raumordnung des Bundes, Landesplanung und Regionalplanung, im weiteren Sinne umfasst sie auch alle überörtlichen und überfachlichen (Fach-)Planungen sowie alle Programme und Pläne der öffentlichen Hand (vgl. Sinz 2005: 863 ff.).

Um die Maßnahmen der Raumordnung durchzusetzen, bedarf es einer Raumordnungspolitik. Durch das Raumordnungsgesetz setzt der Bund die Aufgabe und Leitvorstellung (§1 ROG) sowie die Grundsätze der Raumordnung (§2 ROG) als Vorgaben für die Länder fest. In den „Leitbildern und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland“ sind die in §1 und §2 des Raumordnungsgesetzes festgelegten „Leitvorstellungen und Grundsätze der Raumordnung“ konkretisiert. Sie stellen lediglich eine Entwicklungsstrategie mit empfehlendem Charakter dar, sind kein räumliches Entwicklungskonzept des Bundes und beinhalten keine planerischen Festlegungen. Sie richten sich vor allem an die raumplanerischen Entscheidungsträger (Bund, Länder, regionale Planungsträger, Gemeinden und Gemeindeverbände sowie raumwirksame Fachpolitiken wie z. B. Verkehr, Umwelt, Energie und Wirtschaft). Auf Landesebene (abgesehen von den drei Stadtstaaten) regeln Landesplanungsgesetze auf Grundlage des Raumordnungsgesetzes die Raumordnung und Landesplanung in den Ländern. Zusammenfassende, überörtliche und überfachliche Landesentwicklungsprogramme bzw. -pläne stellen die angestrebte räumliche und strukturelle Entwicklung in Grundzügen auf Landesebene dar und sind damit ein wichtigstes formales Instrument der Landesplanung (vgl. Sinz 2005: 863 ff.).

Bundesebene

Auf Bundesebene heißt es in §2 Abs.2 S.3 des *Raumordnungsgesetzes* zur Umsetzung einer nachhaltigen Mobilität als Beitrag einer dauerhaft umweltgerechten Raumentwicklung und Sicherstellung gleichwertiger Lebensbedingungen in allen Teilräumen: „Auf eine gute und verkehrssichere Erreichbarkeit der Teilräume untereinander durch schnellen und reibungslosen Personen- und Güterverkehr ist hinzuwirken“. Dabei wird darauf hingewiesen, dass strukturräumliche Unterschiede beachtet werden: „Die Versorgung mit Dienstleistungen und Infrastrukturen der Daseinsvorsorge, insbesondere die Erreichbarkeit von Einrichtungen und Angeboten der Grundversorgung für alle Bevölkerungsgruppen, ist zur Sicherung von Chancengerechtigkeit in den Teilräumen in angemessener Weise zu gewährleisten; dies gilt auch in dünn besiedelten Regionen“ (§2 Abs.2 S.3 ROG). Dabei sind die Raumstrukturen so zu gestalten, dass die Verkehrsbelastung verringert und zusätzlicher Verkehr vermieden wird.

Die *Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung* treffen ebenfalls wesentliche Aussagen für eine nachhaltige Mobilität auf Bundesebene. Insgesamt werden

drei übergeordnete Leitbilder benannt: „Wettbewerbsfähigkeit stärken“, „Daseinsvorsorge sichern“ und „Raumnutzung steuern“. Zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit spielen aus verkehrlicher Sicht vor allem die Infrastrukturanbindung und Sicherung der Mobilität eine entscheidende Rolle: „Es bleibt vorrangiges Ziel, durch ein nachhaltiges und integriertes Gesamtverkehrssystem die regionale Wettbewerbsfähigkeit zu steigern und die Verkehrsinfrastruktur effektiver zu nutzen. Neben dem Ausbau großräumiger Infrastruktur zur Entwicklung des Transeuropäischen Verkehrsnetzes mit wichtigen Knotenpunkten in den Metropolregionen sollen alle Regionen und Teilräume an dieses Netz angebunden werden. Siedlungsentwicklung und Verkehrssysteme sollen noch stärker so aufeinander abgestimmt werden, dass diese finanziell und räumlich tragfähig sind. Die Anbindung durch Informations- und Kommunikationstechnologien hat eine entscheidende Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit von Regionen und Teilräumen. Sie ist daher Bestandteil einer flächendeckenden Grundversorgung und als solche sicherzustellen“ (MKRO 2013: 9). Auch zur Sicherung der Daseinsvorsorge soll eine nachhaltige Mobilität beitragen. Als zentrale Aufgabe wird neben der Ausgestaltung des Zentrale-Orte-Systems nach den jeweiligen regionalen und landesspezifischen Erfordernissen in den Raumordnungsplänen auch die Sicherung der Erreichbarkeit unterschiedlicher Strukturräume gesehen: „Zur Sicherung von Erreichbarkeit zentraler Orte und Mobilität soll unter Berücksichtigung der Zumutbarkeit und der Tragfähigkeit die Qualität der öffentlichen Verkehrsangebote erhalten und ggf. verbessert werden. Es sollen zudem vermehrt alternative Angebotsformen sowie Organisationsstrukturen und Modelle erprobt und genutzt werden“ (MKRO 2013: 19). Das Thema Mobilität ist auch für die Steuerung der Raumnutzung von Relevanz, insbesondere vor dem Hintergrund der Flächeninanspruchnahme. Konkret sollen verstärkt Maßnahmen zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme bei Infrastrukturmaßnahmen eingesetzt werden, flankiert durch Maßnahmen zur Bewusstseinsbildung, Information und Sensibilisierung. Vor dem Hintergrund des Klimawandels sollen darüber hinaus über energiesparende und verkehrsreduzierende Siedlungsstrukturen klimaschädliche Emissionen so weit wie möglich verhindert werden (MKRO 2013: 19).

Landesebene

Auch auf Landesebene ist eine nachhaltige Mobilität eine wesentliche Grundlage für die Sicherstellung gleichwertiger Lebensverhältnisse und damit einer dauerhaft umweltgerechten Raumentwicklung. So heißt es im *Bayerischen Landesplanungsgesetz*, dass räumliche Voraussetzungen für eine nachhaltige Mobilität einschließlich eines integrierten Verkehrssystems geschaffen werden sollen. Dazu zählen die Anbindung an überregionale Verkehrswege und eine gute und verkehrssichere Erreichbarkeit der Teilräume untereinander durch schnellen und reibungslosen Personen- und Güterverkehr. Darüber hinaus sollen Voraussetzungen geschaffen werden, um den Verkehr auf umweltverträgliche Verkehrsträger wie Schiene und Wasserstraße zu verlagern, und die Raumstrukturen sollen so gestaltet werden, dass die Verkehrsbelastung verringert und zusätzlicher Verkehr vermieden wird.

Das *Landesentwicklungsprogramm Bayern* trifft unter anderem folgende Grundsatzaussagen für eine nachhaltige Mobilität: „Das regionale Verkehrswegenetz und die regionale Verkehrsbedienung sollen in allen Teilräumen als Grundlage für leistungsfähige, bedarfsgerechte und barrierefreie Verbindungen und Angebote ausgestaltet werden“ (Bay-

erische Staatsregierung 2013: 44). Unterschiedliche Strukturräume werden ebenfalls berücksichtigt: „Die Verkehrsverhältnisse in den Verdichtungsräumen und in stark frequentierten Tourismusgebieten sollen insbesondere durch die Stärkung des öffentlichen Personenverkehrs verbessert werden. Im ländlichen Raum soll die Verkehrserschließung weiterentwickelt und die Flächenbedienung durch den öffentlichen Personennahverkehr verbessert werden“ (Bayerische Staatsregierung 2013: 44). Darüber hinaus soll unter dem Aspekt der Energieeinsparung und der Energieeffizienzsteigerung eine integrierte Siedlungs- und Verkehrsplanung umgesetzt werden.

Zwischenfazit

Die Analyse raumordnerischer Gesetzes- und Planwerke belegt die These, dass raumstrukturelle Unterschiede in Zusammenhang mit einer nachhaltigen Mobilität ein wesentliches Element der Qualitätssicherung darstellen. Eine nachhaltige Mobilität in unterschiedlichen Strukturräumen wird insbesondere vor dem Hintergrund des Klimaschutzes, von Flächeneinsparungen, der Sicherstellung gleichwertiger Lebensverhältnisse in allen Strukturräumen und Daseinsvorsorge sowie Wettbewerbsfähigkeit angestrebt. Aufgrund ihres vorausplanenden, überfachlichen Charakters bleiben Ziel- und Grundsatzaussagen in den raumordnerischen Planwerken auf Bundes- und Landesebene sowie den Gesetzeswerken allgemein und gehen nicht näher auf konkrete Maßnahmenpakete (z.B. Elektromobilität, alternative Antriebe) ein. Dies geschieht vor allem in den formellen und informellen Planwerken auf regionaler und insbesondere kommunaler Ebene sowie den verkehrlichen Fachplanungen, auf die im Folgenden näher eingegangen wird.

2.2 Verkehrspolitik und Verkehrsplanung

Die Verkehrspolitik als Teil der Raumordnungspolitik spielt eine wesentliche Rolle bei der Sicherstellung einer nachhaltigen Mobilität. So stellt die dauerhafte, umweltgerechte und ressourcenschonende Sicherung der Mobilität für Bürger und Wirtschaft ein zentrales verkehrspolitisches Ziel der Bundesregierung dar. Dazu setzt die Bundesregierung seit vielen Jahren auf ein breit angelegtes Maßnahmenpaket, das die verschiedenen Politikbereiche des Verkehrs und alle Verkehrsträger mit ihren Infrastrukturen einbezieht. Hierzu zählen investive, ordnungsrechtliche, preis- und steuerpolitische und technische Maßnahmen sowie Forschungsaktivitäten, Aufklärungs- und Informationsmaßnahmen.³ Das Thema Elektromobilität ist in diesem Zusammenhang in den vergangenen Jahren wieder in den Fokus gerückt.

2.2.1 Fachplanungen

Verkehrliche Fachplanungen sind wesentlicher Bestandteil der Verkehrspolitik. Als Fachplanungen werden Planungen bezeichnet, die sich auf einzelne Fachaufgaben konzentrieren und – anders als die auch als Querschnittsplanung oder Gesamtplanung bezeichneten Raumplanungen Landesplanung, Regionalplanung und Bauleitplanung (Stadtplanung) – nicht alle räumlichen Nutzungsansprüche gleichermaßen behandeln, sondern einen speziellen Bodennutzungsanspruch für ihren Fachbelang erheben. Sofern sie die räumliche Entwicklung oder Funktion eines Gebietes beeinflussen, werden sie zu den raumbedeutsamen Planungen gezählt. Fachplanungen sind in der Regel durch Fach-

³ Vgl. <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/UI/nachhaltige-mobilitaet.html> (09.06.2016)

gesetze geregelt. Zu den Fachplanungen innerhalb der Raumordnung zählt unter anderem die Verkehrsplanung (Runkel 2005: 281 ff.).

Auf Bundesebene wird die koordinierte mittel- bis langfristige Verkehrsplanung im Bundesverkehrswegeplan festgeschrieben. Er ist ein verkehrszweigeübergreifender Investitionsrahmenplan und Planungsinstrument der Bundesregierung im Sinne einer integrierten Verkehrspolitik (Gehrig 2005: 148 ff.). Der aktuell noch in der Entwurfsfassung vorliegende Bundesverkehrswegeplan (Stand April 2016) berücksichtigt neben dem Koalitionsvertrag auch Teile der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung, des Raumordnungsgesetzes, des Energiekonzepts der Bundesregierung sowie des EU-Weißbuchs Verkehr.

Auf Landesebene dienen Nahverkehrspläne als Grundlage für die Entwicklung des ÖPNV. Länder, Regionen und Kommunen können Generalverkehrspläne (auch Gesamtverkehrspläne) erstellen, die für den betrachteten Raum eine Konzeption für die Bewältigung jeglichen Verkehrs schaffen.

Bundesebene

Der in der Entwurfsfassung vorliegende *Bundesverkehrswegeplan* aus dem Jahr 2016 löst den bisher bestehenden aus dem Jahr 2003 ab. Hier heißt es konkret zum Thema Elektromobilität: „Die Elektromobilität ist eine Schlüsseltechnologie für die Gestaltung eines nachhaltigen Verkehrssystems. Sie kann entscheidend dazu beitragen, dass wir unabhängiger von fossilen Brennstoffen werden. Elektrofahrzeuge leisten zudem einen Beitrag für lebenswerte Städte und Gemeinden, da sie wesentlich leiser als Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor und lokal emissionsfrei fahren“ (BMVI 2016: 49). Weiter heißt es: „Derzeit bauen wir ein Netz aus rd. 400 Schnellladesäulen für Elektrofahrzeuge an nahezu allen Autobahnraststätten in Deutschland auf, denn diese sind für Langstreckenmobilität unerlässlich“ (BMVI 2016: 50).

Landesebene

Der *Generalverkehrsplan Bayern 2002* dient der Öffentlichkeit sowie den Verkehrsplannern in den Kommunen und in der Privatwirtschaft als Überblick über die verkehrspolitischen und verkehrsplanerischen Ziele und Pläne der Bayerischen Staatsregierung (StM-WiVT 2002). Als ein wesentliches Ziel der Bayerischen Staatsregierung wird formuliert, den Verkehr möglichst umweltverträglich und ressourcenschonend zu gestalten, vor allem durch intelligente Verkehrskonzepte, Minimierung der Flächeninanspruchnahme, den verstärkten Einsatz umweltfreundlicher Verkehrsmittel, die Förderung von Innovationen im Bereich der Fahrzeugtechnik, verbesserte Treibstoffqualitäten, politische Einflussnahme auf die gesetzlichen Regelungen des Verkehrs, Informations- und Schulungsmaßnahmen zu umweltbewusstem Verkehrsverhalten und bei der Planung von Verkehrswegen. Ziel der Bayerischen Staatsregierung ist es, den Personennahverkehr so weit wie möglich mit öffentlichen Verkehrsmitteln zu bewältigen. In den Ballungsräumen wird eine nachfragegerechte Verdichtung des Angebots angestrebt. In den ländlichen Gebieten sollen das Angebot stabilisiert und die Bedienungsqualität weiter verbessert werden.

Zwischenfazit

Die Analyse der Fachplanungen belegt ebenfalls, dass die Betrachtung siedlungsstruktureller Unterschiede ein wichtiges Qualitätsmerkmal zur Gewährleistung einer nachhaltigen Mobilität in unterschiedlichen Strukturräumen darstellt. Dabei finden auch neue und energieeffiziente Antriebstechnologien Berücksichtigung, deren Beeinflussung vonseiten der Fachplanungen allerdings als gering eingestuft wird. Vielmehr geht es darum, auch auf dieser Ebene Voraussetzungen zu schaffen, um die Infrastruktur und den Infrastrukturausbau möglichst räumlich gleichberechtigt und gleichwertig umzusetzen.

2.2.2 Gesetze, Strategien, Konzepte und Programme

Gesetzliche Regelungen, Strategien, Konzepte und Programme stellen wesentliche Rahmenbedingungen für die Weiterentwicklung nachhaltiger Mobilitätslösungen im Allgemeinen und der Elektromobilität im Speziellen dar. In den vergangenen Jahren ist hierzu eine Reihe von Aktivitäten erfolgt (vgl. Tab. 1 und Tab. 2).

Bundesebene

Bereits in der *Kraftstoffstrategie* aus dem Jahr 2004 wird das Thema alternativer Kraftstoff- und Antriebstechnologien für den Pkw-Sektor aufgegriffen. Konkret geht es in der Strategie darum, die Markteinführung von alternativen beziehungsweise regenerativen Kraftstoffen sowie innovativen Antriebstechnologien in Deutschland zu unterstützen. Vonseiten der Bundesregierung und der Industrie wurde dieser Bereich als erfolgversprechend angesehen und das Ziel verfolgt, deren Entwicklung zu beschleunigen, um unter anderem den Verbrauch fossiler Kraftstoffe zu senken, die Abhängigkeit vom Öl zu verringern und den Ausstoß von Treibhausgasen aus dem Verkehrsbereich zu vermindern (vgl. Abb. 2) (Bundesregierung 2004).

Der Ausbau der Elektromobilität und der Einsatz von Biokraftstoffen werden als wichtiger Bestandteil des *Integrierten Energie- und Klimaprogramms* der Bundesregierung aus dem Jahr 2007 benannt. Das Programm enthält den Auftrag, einen Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität zu erstellen und legt unter anderem fest, dass die durchschnittlichen CO₂-Emissionen neuer Pkws in der EU unter Berücksichtigung der Wettbewerbsfähigkeit und Vielfalt der europäischen Automobilindustrie im Rahmen der CO₂-Strategie der Kommission bis 2012 auf 120g CO₂/km reduziert werden sollen. Daneben sollen Biokraftstoffe und die Elektromobilität ausgebaut werden. Konkret heißt es zur Elektromobilität: „Effiziente Fahrzeuge und Antriebstechnologien sind ein Schlüsselement, um weitere CO₂-Reduktionspotenziale im Verkehrsbereich zu erschließen und gleichzeitig die Energieimportabhängigkeit zu verringern. Beim Pkw-Antrieb werden zukünftig die Elektrifizierung der Antriebe und die Brennstoffzellentechnologie einen immer höheren Stellenwert einnehmen. Automobilindustrie und Bundesregierung arbeiten bereits gemeinsam an der Entwicklung innovativer Antriebstechnologien in verschiedenen Programmen (...). Der Kurzstreckenbereich könnte mit dem Elektromotor zurückgelegt und die Batterie über das stationäre Stromnetz aufgeladen werden. Damit ergeben sich neue Chancen für bestimmte Marktsegmente. (...). Vor allem in Ballungsräumen können sie damit einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Umwelt- und Lebensqualität leisten“ (Bundesregierung 2007: 42).

Tab. 2: Konzeptionelle Entwicklung der Elektromobilität in Deutschland

	Wesentliche Schritte zur konzeptionellen Entwicklung der Elektromobilität in Deutschland
2004	In der Kraftstoffstrategie werden alternative Kraftstoff- und Antriebstechnologien im Pkw-Sektor als wichtige Maßnahmen aufgegriffen, um unter anderem den Verbrauch fossiler Kraftstoffe zu senken, die Abhängigkeit vom Öl zu verringern und den Ausstoß von Treibhausgasen aus dem Verkehrsbereich zu vermindern.
2007	Der Ausbau der Elektromobilität und der Einsatz von Biokraftstoffen wird im Integrierten Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung als wichtiger Baustein identifiziert, um weitere CO ₂ -Reduktionspotenziale im Verkehrsbereich zu erschließen und gleichzeitig die Energieimportabhängigkeit zu verringern.
2009	Der Nationale Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung wird verabschiedet und die ersten Forschungs- und Demonstrationsaktivitäten im Rahmen des Konjunkturpakets II starten.
2010	Das Energiekonzept stellt die Verbindung zwischen Mobilität und Energie her und formuliert Leitlinien für eine zuverlässige, wirtschaftliche und umweltverträgliche Energieversorgung. Gründung der Nationalen Plattform Elektromobilität .
2011	Das Regierungsprogramm Elektromobilität ist die Fortschreibung des Nationalen Entwicklungsplans Elektromobilität aus dem Jahr 2009. Ziel ist es, die Forschung und Entwicklung sowie die Marktvorbereitung und -einführung von batterieelektrisch betriebenen Fahrzeugen in Deutschland voranzutreiben.
2012	Der Nationale Nachhaltigkeitsstrategie – Fortschrittsbericht 2012 der Bundesregierung stellt eine Weiterentwicklung der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie aus dem Jahr 2002 dar. So soll der eingeschlagene Weg aus Effizienzsteigerung und einem wachsenden Anteil an innovativen Antrieben und alternativen Kraftstoffen fortgesetzt werden.
2013	Die Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie greift die Ziele aus dem Energiekonzept für den Verkehrsbereich auf und zeigt Wege auf, wie die Energiewende im Verkehr langfristig umgesetzt werden kann.
2015	Das Elektromobilitätsgesetz stellt die erste bundesgesetzliche Regelung zur Förderung elektrisch betriebener Fahrzeuge dar.

Der *Nationale Entwicklungsplan Elektromobilität* aus dem Jahr 2009 legt fest, dass sich Deutschland zum Leitmarkt Elektromobilität entwickeln muss, um im internationalen Wettbewerb zu bestehen. Der Plan zielt darauf ab, die Marktvorbereitung und die Markteinführung von batterieelektrisch betriebenen Fahrzeugen (BEV) in Deutschland voranzubringen (Bundesregierung 2009). Mit der Elektromobilität wird die Strategie „Weg vom Öl“ weiter umgesetzt. Sie soll dazu beitragen, einer neuen Mobilitätskultur und einer modernen Stadt- und Raumplanung zum Durchbruch zu verhelfen. Ziel ist es, dass bis 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren. Im Jahr 2030 sollen es über fünf Millionen Fahrzeuge sein. Bis 2050 kann der Verkehr in Städten überwiegend ohne fossile Brennstoffe auskommen. Dazu gehört auch die Schaffung einer bedarfsgerechten Infrastruktur für das Laden der Fahrzeuge. Die Bundesregierung wird dies durch geeignete Rahmenbedingungen unterstützen. Neben dem Individualverkehr werden auch Konzepte zur Einführung der Elektromobilität bei Nutzfahrzeugen (z.B. innerstädtischer Lieferverkehr, öffentlicher Nahverkehr) und bei Zweirädern unterstützt.

Abb. 2: Senkung des Verbrauchs fossiler Kraftstoffe durch den Einsatz alternativer Antriebstechnologien



Quelle: InnoZ GmbH

Die enge Verbindung zwischen Mobilität und Energie wird im *Energiekonzept* der Bundesregierung aus dem Jahr 2010 hergestellt. Hier werden Leitlinien für eine zuverlässige, wirtschaftliche und umweltverträgliche Energieversorgung aufgestellt. Dabei handelt es sich um eine langfristige, bis zum Jahr 2050 reichende Gesamtstrategie. Unter der Überschrift „Klimaschutzziele“ wird speziell auch auf den Verkehrssektor eingegangen. Konkretes Ziel ist es, im Verkehrsbereich den Endenergieverbrauch bis 2020 um rund 10 % und bis 2050 um rund 40 % gegenüber 2005 zu senken (BMW/BMU 2010: 5). Unter der Überschrift „Herausforderung Mobilität“ heißt es unter anderem: „Die Strategie zur Elektromobilität wird auf Grundlage der Gemeinsamen Erklärung von Industrie und Bundesregierung vom 3. Mai 2010 konsequent weiterverfolgt. Unser Ziel ist es, eine Million Elektrofahrzeuge bis 2020 und sechs Millionen bis 2030 auf die Straße zu bringen. Im Rahmen des Nationalen Entwicklungsplans werden wir den Ausbau der Elektromobilität konsequent vorantreiben und die Voraussetzungen für eine schnelle Marktdurchdringung schaffen“ (BMW/BMU 2010: 186).

Das *Regierungsprogramm Elektromobilität* aus dem Jahr 2011 ist eine Fortschreibung des Nationalen Entwicklungsplans Elektromobilität mit dem Ziel, die Forschung und Entwicklung sowie die Marktvorbereitung und -einführung von batterieelektrisch betriebenen Fahrzeugen in Deutschland voranzutreiben. Bei der Umsetzung und Weiterentwicklung des Regierungsprogramms wird die Bundesregierung durch die Nationale Plattform Elektromobilität sowie die Gemeinsame Geschäftsstelle Elektromobilität unterstützt. Das Programm legt unter anderem fest, dass bis zum Jahr 2020 mindestens eine Million und bis 2030 mindestens sechs Millionen Elektrofahrzeuge auf den Straßen fah-

ren sollen. Darüber hinaus soll bis 2050 der urbane Straßenverkehr überwiegend mit regenerativen Energieträgern realisiert werden. Weitere Ziele sind eine größere Unabhängigkeit von Erdölimporten, die nachhaltige Stärkung des Wirtschaftsstandorts Deutschland auf dem Gebiet alternativer Mobilität durch technologische Innovation und die Etablierung Deutschlands als Leitmarkt und Leitanbieter für Elektromobilität (BMW/BMVBS/BMU/BMBF 2011).

Die *Nationale Nachhaltigkeitsstrategie – Fortschrittsbericht 2012* stellt eine Weiterentwicklung der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie aus dem Jahr 2002 dar. In dem aktuellen Fortschrittsbericht wird aufgezeigt, wie die Bundesregierung das Leitbild einer nachhaltigen Politik in ihrem politischen Handeln umsetzt. Auch das Thema „nachhaltige Mobilität“ wird aufgegriffen: „Ebenso sind Mobilitätsangebote notwendig, die soziale und demografische Entwicklungen wie den steigenden Anteil älterer Verkehrsteilnehmer berücksichtigen. Dazu bedarf es einer effizienten Raum- und Siedlungsplanung“ (Bundesregierung 2012: 186). Unter der Überschrift „Weitere Entkopplung von Verkehrswachstum und Energieverbrauch“ heißt es weiter: „Der erfolgreich eingeschlagene Weg aus Effizienzsteigerung und einem wachsenden Anteil an innovativen Antrieben und alternativen Kraftstoffen soll fortgesetzt werden. Effizienzsteigerungen im Verkehrssystem haben positive ökologische Effekte, indem sie den Ressourcenverbrauch und die Belastungen für Klima und Umwelt reduzieren. Sie können dazu beitragen, die Kosten für Mobilität zu senken, Unternehmen und Verbraucher finanziell zu entlasten und die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft zu stärken“ (Bundesregierung 2012: 187).

Die *Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie* greift die Ziele aus dem Energiekonzept für den Verkehrsbereich auf und zeigt, wie diese Ziele umgesetzt werden können. Die im Jahr 2013 veröffentlichte Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung spezifiziert die genannten Reduktionsziele erstmals für den Verkehrssektor und zeigt Wege auf, wie die Energiewende im Verkehr langfristig umgesetzt werden kann. Verkehrsträgerspezifische Maßnahmen beziehen sich dabei vor allem auf alternative Kraftstoffe, neue Antriebstechnologien sowie die Erstellung von Mobilitäts- und Logistikkonzepten. Ein weiterer Schritt ist das derzeit im Entwurf vorliegende Elektromobilitätsgesetz, dass eine stärkere Privilegierung von e-Autos vorsieht, um deren Anteil zu erhöhen (BMVBS 2013).

Das *Elektromobilitätsgesetz (EmoG)* aus dem Jahr 2015 stellt die erste bundesgesetzliche Regelung zur Förderung elektrisch betriebener Fahrzeuge dar. Demnach dürfen Bevorrechtigungen hinsichtlich des Parkens, der Nutzung von für besondere Zwecke bestimmten öffentlichen Straßen oder Wegen, der Zulassung von Ausnahmen von Zufahrtsbeschränkungen oder Durchfahrtsverboten sowie bei Parkgebühren eingeführt werden.

Landesebene

Die bayerische Verkehrspolitik zielt darauf ab, „die notwendige Mobilität durch ein leistungsfähiges umweltschonendes Gesamtverkehrs- und Informationssystem zu gewährleisten. Da der Ausbau der Verkehrswege an Grenzen stößt, müssen die Effektivität und Effizienz des Gesamtverkehrssystems gesteigert werden. Verkehrswege, Verkehrsmittel und Informationssysteme sollen die notwendige Mobilität und Kommunikation gewährleisten“ (Center for Transportation & Logistics Neuer Adler 2016). Der Erhalt der verkehrlichen Infrastruktur auch in abgelegenen Landesteilen spielt dabei eine wichtige Rolle.

Bereits im Jahr 2000 hat die Bayerische Staatsregierung erstmals ein Klimaschutzkonzept beschlossen, mit dem Ziel, die vorhandenen CO₂-Einsparpotenziale unter Beachtung der Kosten-Nutzen-Relation bestmöglich auszuschöpfen und Forschungslücken zu schließen. Im Jahr 2003 folgte die Fortschreibung des Bayerischen Klimaschutzkonzeptes mit der „Initiative klimafreundliches Bayern“. Mit dem *Klimaprogramm Bayern 2020* sollen die Maßnahmen von Bund und EU wirksam ergänzt und Bayerns Klimaschutz-Vorreiterrolle weiter ausgebaut werden. Ziel ist es, Treibhausgase zu verringern, sich an die unvermeidlichen Folgen des Klimawandels anzupassen und durch Forschung eine fundierte Datenbasis für weitergehende strategische Entscheidungen vorzuhalten (StMUG 2009). Mit dem Klimaprogramm bekennt sich die Bayerische Staatsregierung dazu, einen Beitrag zu einer klimafreundlichen Abwicklung des Verkehrs zu leisten und den Anteil des öffentlichen Verkehrs zu erhöhen. Ziel ist es, die Energieeffizienz im Verkehr nachhaltig zu steigern, sodass gleichzeitig der Ausstoß von Klimagasen wesentlich reduziert wird und die Mobilität im Personen- und Güterverkehr gewahrt bleibt.

Das *Energiekonzept Bayern* ist eine wesentliche Grundlage, um die Wirtschaftlichkeit, Versorgungssicherheit und Umweltverträglichkeit der Energiepolitik in Bayern zu verwirklichen (Bayerische Staatsregierung 2011). Ziel ist es, die Mobilität effizient und klimaschonend zu ermöglichen. Als erste Maßnahme zur Schaffung eines effizienteren Verkehrssystems ist es das Ziel, den Energieverbrauch im Individual- und im öffentlichen Verkehr zu senken sowie die Entwicklung alternativer Antriebstechnologien zu fördern. In der städtebaulichen Planung gilt es, insbesondere die Verkehrswegelängen zu verkürzen. Die Anbindung der Siedlungen an den ÖPNV sowie die Stärkung von Fahrrad- und Fußgängerverkehr müssen in gleichem Maße bedacht werden wie die Infrastruktur des motorisierten Individualverkehrs. Zudem kann durch ein vielfältiges Versorgungsangebot in den Ortszentren die Zahl der Fahrbewegungen reduziert werden. Ziel ist die „Stadt der kurzen Wege“. Zur Verbesserung der Energieeffizienz ist das Potenzial jedes einzelnen Verkehrsträgers zu ermitteln und – soweit ökonomisch sinnvoll – auszuschöpfen. Mit der Ende 2008 gestarteten und im Mai 2010 von der Staatsregierung weiter konkretisierten Zukunftsoffensive „Elektromobilität verbindet Bayern“ soll das Thema Elektromobilität als zukunftsweisende und umweltfreundliche Technologie mitgestaltet und damit der Standort Bayern zum Vorreiter bei der Elektromobilität gemacht werden. Im Bereich des Personenverkehrs ist zur intermodalen Verlagerung auf umwelt- und ressourcenschonende Verkehrsträger der öffentliche Verkehr zu stärken. Systemvorteile bestehen vor allem dort, wo stark gebündelte Verkehrsströme bzw. Wettbewerbsvorteile des öffentlichen Verkehrs bestehen, das heißt insbesondere in Ballungsräumen und Städten. Als weitere Alternativen verdienen auch der Fußgänger- und Fahrradverkehr verstärktes Augenmerk. In der Fläche ist ein vertaktetes, vernetztes Grundangebot im Rahmen des Bayern-Takts nicht nur für den Schienenverkehr, sondern im Interesse einer attraktiven Feinerschließung auch für den Regionalbus anzustreben. Im Verkehr zwischen den Ballungsräumen sollten vor allem der Hochgeschwindigkeitsverkehr auf der Schiene und bei ausreichender Distanz auch der Flugverkehr als Alternative zur Pkw-Nutzung gestärkt werden.

Die *Bayerische Nachhaltigkeitsstrategie* verdeutlicht den Handlungsbedarf und die Umsetzung des Nachhaltigkeitsprinzips in konkreten Zielen, Maßnahmen und Projekten und stellt Weichen für den Fortschritt für das Jahr 2020 und darüber hinaus. Mit der Nachhaltigkeitsstrategie knüpft Bayern an das Aktionsprogramm „Nachhaltige Entwicklung Bay-

ern“ aus dem Jahr 2002 und die „Bayern Agenda 21“ aus dem Jahr 1997 an und entwickelt diese fort. Ziele und Maßnahmen von Bund und EU werden damit ergänzt und unterstützt (StMUG 2013). Ziel ist unter anderem ein verstärkter Einsatz von regenerativer Energie im Verkehr, die Verlagerung möglichst großer Verkehrsanteile von der Straße auf die Schiene und auf Wasserstraßen sowie auf öffentliche Verkehrsmittel, die Optimierung der Transportketten durch effizienten Einsatz unterschiedlicher Verkehrsträger und effektivere Nutzung vorhandener Infrastrukturen, die technische Verbesserung der Fahrzeuge, die Verbesserung der Verkehrssicherheit, die Verbesserung von Barrierefreiheit und die Verbesserung von Zuverlässigkeit und Benutzerfreundlichkeit des öffentlichen Verkehrs.

Zwischenfazit

Insgesamt zeigt die Analyse der verschiedenen Strategien, Konzepte, Programme und Pläne auf Bundesebene, dass bei der Umsetzung einer nachhaltigen Mobilität vor allem industrie- und wirtschaftspolitische Ziele im Fokus stehen. Fragen, die räumliche bzw. siedlungsstrukturelle Aspekte berücksichtigen, sind dabei eher unterrepräsentiert oder werden nicht berücksichtigt. Das Ziel von einer Million Elektrofahrzeugen dient vor allem dem wirtschaftlichen Wachstum. Nachhaltigkeit zur Erreichung der dargestellten Klimaschutzziele im Verkehr scheinen eher ein gewollter Nebeneffekt zu sein. Die Frage, inwiefern das Ziel von einer Million Elektrofahrzeugen sinnvoll ist oder inwiefern es nicht vielmehr darum gehen sollte, konventionelle Fahrzeuge zu ersetzen, egal ob urbaner oder ländlicher Raum, wird vollkommen ausgeklammert. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, inwiefern siedlungsstrukturelle Unterschiede stärker in den Fokus rücken sollten bzw. könnten, um neben wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten auch zu gleichwertigen Lebensverhältnissen in den unterschiedlichen Strukturräumen beizutragen. Die These, dass raumstrukturelle Unterschiede ein Qualitätsmerkmal nachhaltiger Mobilitätskonzepte darstellen, lässt sich in den derzeitigen Strategien, Konzepten, Programmen und Plänen auf Bundesebene nicht klar erkennen. Allerdings wird Kommunen in allen Strukturräumen durch das neu geschaffene Elektromobilitätsgesetz ein größerer Handlungsspielraum zur Privilegierung von e-Autos gegeben. Damit ist die Hoffnung verbunden, stärker zur Verbreitung der Elektromobilität in städtischen und ländlichen Kommunen beizutragen.

Im Gegensatz zur Bundesebene existieren in Bayern keine verkehrs- bzw. mobilitätsspezifischen Strategien, Konzepte, Pläne oder Programme. Vielmehr ist das Thema nachhaltige Mobilität Teil des Klimaprogramms, Energiekonzepts sowie der Nachhaltigkeitsstrategie, die das Thema beispielsweise zur Erreichung von Klimaschutzziele aufgreifen. Speziell das Thema Elektromobilität wird wiederum unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten gesehen, beispielsweise durch die Entwicklung Bayerns als Vorreiter im Bereich Elektromobilität. Raumstrukturelle Unterschiede finden in den dargestellten informellen Planwerken zwar Berücksichtigung, konzentrieren sich allerdings stark auf die Ballungsräume.

2.2.3 Forschung

Die Forschung im Bereich Verkehr soll zum einen dazu beitragen, grundlegende Zusammenhänge zu erschließen, zum anderen soll sie praxisrelevante Ergebnisse liefern und deren praktische Verwertbarkeit testen. Sowohl auf Bundes- als auch auf Landesebene ist speziell das Thema Elektromobilität in der jüngeren Vergangenheit intensiv in Forschungs- und Förderprogrammen aufgenommen worden.

Bundesebene

Im Rahmen des Nationalen Entwicklungsplans Elektromobilität der Bundesregierung werden regionale Modellprojekte als wesentliches Element zum Test und zur Umsetzung dieses Maßnahmenbereichs aufgeführt.

Mit dem Konjunkturpaket II hat die Bundesregierung erstmals von 2009 bis 2011 insgesamt 500 Millionen Euro für die Forschung und Entwicklung im Bereich Elektromobilität bereitgestellt. Die höchsten Fördermittel wurden für den Bereich Elektromobilität im öffentlichen Raum zur Verfügung gestellt; weitere Schwerpunkte waren unter anderem die Themen Elektrochemie, Informationstechnik, Weiterentwicklung der Batterietechnologie, System-, Energie- und Verkehrsforschung. Dabei ging es unter anderem um die intelligente Einbindung ins Stromnetz und die Kopplung von Elektromobilität an erneuerbare Energiequellen, um Elektromobilität in integrierten Reiseketten oder Elektrofahrzeuge als Teil einer umweltverträglichen City-Logistik. Zusätzlich wurden Modellregionen ausgeschrieben, die dazu beitragen sollten, Elektromobilität erfahrbar zu machen.

Die vier für Elektromobilität zuständigen Ressorts der Bundesregierung – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit – haben nach Beendigung des Konjunkturpakets II die Unterstützung der Elektromobilität intensiviert und fördern weiterhin eine Vielzahl von Modellprojekten und Forschungsvorhaben. Einen Überblick über aktuelle Forschungsvorhaben der vier Ressorts gibt Tabelle 3.

Der Aufbau von „Schaufenstern für Elektromobilität“ dient der groß angelegten Demonstration und Erprobung innovativer Entwicklungen im Bereich Elektromobilität. Die Schaufenster bilden den Anschluss an die Modellregionen. Im Rahmen der „Leuchtturmprojekte der Elektromobilität“ geht es insbesondere um die Entwicklung in besonders relevanten Themenfeldern; hierzu zählen die Themen Antriebstechnik, Energiesysteme und Energiespeicherung, Ladeinfrastruktur und Netzintegration, Mobilitätskonzepte, Recycling und Ressourceneffizienz, Informations- und Kommunikationstechnologie sowie Leichtbau (vgl. Tab. 4).

Tab. 3: Forschungsvorhaben der Ministerien zum Thema Elektromobilität (Stand April 2016)

Ministerium	Förderprojekte
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)	<ul style="list-style-type: none"> • Informations- und Kommunikationstechnologien für Elektromobilität • Fahrzeugtaugliche Batteriesysteme und entsprechende Fertigungstechnologien • Stromwirtschaftliche Schlüsselemente der Elektromobilität: Speicher, Netze, Integration • Technologien für die Antriebssysteme von Elektro- und Hybridfahrzeugen • Sicherer und effizienter Fahrzeugbetrieb • Ladeinfrastruktur (mit BMVI) • Abrechnungssysteme • Nutzerakzeptanz (mit BMVI)
Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)	<ul style="list-style-type: none"> • Sicherheit von Batterien aus Serienfertigung • Demonstration und Erprobung innovativer Mobilitätssysteme • Ladeinfrastruktur (mit BMWi) • Sicherheit und Effizienz von Fahrzeugflotten • Hybridisierung von Lkw, Effizienzsteigerung Nebenaggregate • Verkehrssicherheit • Nutzerakzeptanz (mit BMWi)
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)	<ul style="list-style-type: none"> • Zell- und Batterieentwicklung (Batteriekonzepte und -management) • Forschung und Entwicklung zu neuartigen Materialien • Produktionsforschung für zukünftige Batteriegenerationen • Ausfallsichere Komponenten und Systeme • Systemforschung Elektromobilität • Informations- und Kommunikationstechnologien für Energieeffizienz im Elektrofahrzeug • Aus- und Weiterbildung
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMU)	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstration und Erprobung zur Ermittlung der Umwelt- und Klimafaktoren der Elektromobilität • Kopplung der Elektromobilität an erneuerbare Energien und deren Netzintegration • Umwelt- und klimabezogene Konzepte • Markteinführung mit ökologischen Standards • Forschung und Entwicklung zu Recyclingverfahren, Öko- und Energiebilanzen der Komponenten

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Bundesregierung (2016)

Tab. 4: Praxisanwendungen im Rahmen von Modellregionen, Schaufenster und Leuchttürmen (Stand April 2016)

Förderprogramm	Modellregionen, Schaufenster, Leuchttürme
Förderprogramm „Modellregionen Elektromobilität“ (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2009–2011)	<ul style="list-style-type: none"> • Modellregion Hamburg • Modellregion Bremen/Oldenburg • Modellregion Rhein/Ruhr • Modellregion Rhein/Main • Projekte im Saarland, in Mecklenburg-Vorpommern und Mitteldeutschland (Förderung Elektromobilität im ländlichen Raum)
Förderprogramm „Schaufenster Elektromobilität“ (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit 2012–2016)	<ul style="list-style-type: none"> • Schaufenster Baden-Württemberg „Living Lab BW E-Mobil“ • Internationales Schaufenster der Elektromobilität Berlin/Brandenburg • Schaufenster Bayern – Sachsen „Elektromobilität verbindet“ • Schaufenster Niedersachsen „Unsere Pferdestärken werden elektrisch“
„Leuchtturmprojekte der Elektromobilität“ (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit 2012–2015)	<ul style="list-style-type: none"> • econnect Germany: Nachhaltiges Mobilitätskonzept im kommunalen Umfeld (BMW i) • Metropol-E und ELMO: Elektromobilität im Kommunal- und Wirtschaftsverkehr (BMVI) • ENUBA 2: eHighway in die Zukunft (BMU) • PRIMOVE: Kabellos durch die Stadt (BMVI) • LithoRec II: Recycling von Lithium Ionen Batterien (BMU) • e production: Fertigung von elektrischen Energiespeichern (BMBF) • SafeBatt: Mehr Sicherheit durch Innovation in Prüfmethodik, Zellmaterial und Sensorik (BMBF) • e-generation: Schlüsseltechnologien für die nächste Generation der Elektrofahrzeuge (BMBF) • Visio.m: Massentaugliche Elektromobilität für das urbane Umfeld (BMBF) • alpha-Laion: Hochenergie-Lithiumbatterien (BMW i) • NEXHOS: Next Generation Hochvoltspeicher in Leichtbauweise (BMW i) • BESIC: Batterie-elektrische Schwerlastfahrzeuge im intelligenten Containerterminalbetrieb (BMW i) • INEES: Intelligente Netzanbindung von Elektrofahrzeugen zur Erbringung von Systemdienstleistungen (BMU) • InterOp: Interoperables Induktives Laden (BMU) • Grüne Abfertigung: am Frankfurter Flughafen (BMVI)

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an BMVI (2016a), BMVI (2016b), BMW i/BMVI/BMBF/BMU (2016)

Landesebene

In Bayern geht es im Bereich Elektromobilität im Wesentlichen um die Förderung von Forschung, Entwicklung und Erprobung von Elektrofahrzeugen bzw. notwendiger Teilsysteme und Komponenten. Die Bayerische Staatsregierung fördert mit dem im Jahr 2009 verabschiedeten Technologieförderprogramm Projektinitiativen zur Beschleunigung der

Entwicklungen zur Elektromobilität in Abstimmung mit den Förderschwerpunkten des Bundes. Die Bayerische Staatsregierung setzt auch in Zukunft auf das Thema Elektromobilität und hat entsprechende Instrumente formuliert, wie z.B. schnelle Marktanreize für Elektrofahrzeuge, Ausbau der Ladeinfrastruktur oder steuerliche Begünstigung für das Laden (StMWiMET 2016).

So zielt das *Bayerische Förderprogramm Elektromobilität* darauf ab, das Thema Elektromobilität als zukunftsweisende und umweltfreundliche Technologie mitzugestalten und den Standort Bayern mit seinen Premiumherstellern Audi, BMW und MAN, mit innovativen Zulieferern, Energieversorgern und einer weltweit anerkannten Forschungslandschaft zum Vorreiter bei der Elektromobilität zu machen, um der bayerischen Automobilindustrie insgesamt zu einem Innovationsschub zu verhelfen sowie Arbeitsplätze in der Entwicklung und Produktion in Bayern zu erhalten bzw. zu schaffen.

Abb. 3: Elektrisches Carsharing in Garmisch-Partenkirchen



Tabelle 5 gibt einen Überblick über abgeschlossene bzw. noch andauernde Forschungsvorhaben. Umgesetzt werden die Aktivitäten im Wesentlichen in Modellregionen und Leuchtturmprojekten, die sich in unterschiedlichen Strukturräumen befinden (städtische und ländliche Regionen). So wird beispielsweise in der Modellregion Bad Neustadt an der Saale unter anderem die technisch-industriell geprägte Wirtschaftsstruktur in Kombination mit der Elektromobilität untersucht. In der Modellregion Garmisch-Partenkirchen geht es schwerpunktmäßig um die Entwicklung der Elektromobilität im Hinblick auf ein nachhaltiges Mobilitätsverhalten für Besucher und Touristen (vgl. Abb. 3) (vgl. den Beitrag Ebert in diesem Band). In der Modellregion E-WALD im Bayerischen Wald soll gezeigt werden, dass Elektromobilität auch im ländlichen Raum und unter schwierigen natürlichen Rahmenbedingungen (unter anderem klimatisch und topografisch) realisierbar ist (vgl. den Beitrag Weber in diesem Band).⁴

⁴ Vgl. <https://www.ptj.de/elektromobilitaet-bayern> (10.06.2016)

Tab. 5: Forschungsaktivitäten in Bayern zur Förderung der Elektromobilität seit 2009
(Auswahl, Stand April 2016)

Förderprogramm	Programm	Projekte
Technologieförderung – Förderprogramm „Elektromobilität“ (Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie 2011–2016)	Zukunftsoffensive Elektromobilität – Modellregionen	<ul style="list-style-type: none"> • Modellregion Bad Neustadt an der Saale • Modellregion Garmisch-Partenkirchen – e-GAP • Modellregion E-WALD
	Zukunftsoffensive Elektromobilität – Leuchtturmprojekte	<ul style="list-style-type: none"> • Schaufenster „Elektromobilität verbindet“ – Bayern - Sachsen (Bundesregierungsprogramm „Schaufenster Elektromobilität“) • Cluster M A I Carbon – Schlüsseltechnik für Bayern & Deutschland • Forschungsverbund für Elektromobilität (FORELMO)
Förderprogramm „IKT für Elektromobilität I“ (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2009–2011) Förderprogramm „IKT für Elektromobilität II“ (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2012–2015) Förderprogramm „IKT für Elektromobilität III“ (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie 2016–2018)		<ul style="list-style-type: none"> • econnect eE-Tour Allgäu – Elektromobilität im Allgäu • 3connect, Hub Allgäu
Förderprogramm „Modellregionen Elektromobilität“ (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2009–2011)		<ul style="list-style-type: none"> • Modellregion München

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Bayern Innovativ (2016)

Zwischenfazit

Insgesamt zeigt sich auf Bundesebene, dass seit der Verabschiedung des Konjunkturpakets II vielfältige Forschungen und Erprobungen in der Praxis zum Test von e-mobilen Angeboten, Geschäftsmodellen und Komponenten durchgeführt wurden bzw. werden, unter Beteiligung verschiedener Bundesministerien. Insbesondere im Rahmen der Modellregionen, Schaufenster und Leuchttürme wurden bzw. werden elektrische Mobilitätsdienstleistungen in unterschiedlichen strukturräumlichen Zusammenhängen getestet, auch wenn vor allem urbane Räume im Fokus standen bzw. stehen. Der Beitrag der Elektromobilität zur Sicherstellung gleichwertiger Lebensverhältnisse in den unterschiedlichen Strukturräumen ist insgesamt aber deutlich unterrepräsentiert.

Auf Landesebene macht die alleinige Förderung der Modellregionen durch das bayerische Wirtschaftsministerium vor allem eines deutlich: Auch in Bayern sind die Ziele zur Förderung der Elektromobilität stark wirtschaftlich motiviert und weniger ein verkehrspo-

litisches Thema, was auch die Akteurszusammensetzung in den einzelnen Projekten belegt. So kooperieren beispielsweise innerhalb der Modellregionen vor allem Kommunen, Energieversorger, Forschungseinrichtungen und Akteure aus der (lokalen) Wirtschaft; lokale oder regionale Verkehrsträger, wie beispielsweise öffentliche Nahverkehrsträger, sind nicht involviert. Nachhaltigkeit wird auch hier maximal als positiver Nebeneffekt gesehen. So ist die Erreichung von Zielen, formuliert in informellen lokalen bzw. regionalen Programmen und Plänen, kein zentrales Argument für die Aktivitäten.

3 Verbindung von Planung und Politik oder: Wie sieht die Realität aus?

Trotz der vielfältigen formellen Planwerke und Gesetzestexte sowie der informellen Strategien, Konzepte, Pläne und Programme auf Bundes- und Landesebene, die auf eine nachhaltige Abwicklung der Mobilität abzielen, zeigt die Statistik, dass die Autonutzung in Deutschland nach wie vor dominiert und in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich gestiegen ist, insbesondere in den ländlichen Räumen. Derzeit gibt es insgesamt 54,6 Millionen Kraftfahrzeuge, davon 45,1 Millionen Privat-Pkw. Auch wenn bei den alternativen Antriebsarten nennenswerte Steigerungen zu verzeichnen waren, lag die Anzahl von Elektro-Pkw im Januar 2016 bei lediglich 25.502, die von Hybrid-Pkw bei 130.365 Fahrzeugen (Kraftfahrt-Bundesamt 2016).

Das Ziel von einer Million Pkw-e-Autos bis zum Jahr 2020 ist unter den jetzigen Rahmenbedingungen noch nicht erfüllt worden. Hürden für den Kauf eines e-Autos sind aus Nutzersicht vor allem höhere Anschaffungskosten und die eingeschränkte Reichweite im Vergleich zu konventionellen Fahrzeugen, mangelnde Ladeinfrastrukturen oder wenige Privilegierungen für Elektroautos. Die seit Sommer 2015 sinkenden Ölpreise dürften die Nachfrage nach alternativ betriebenen Fahrzeugen zusätzlich reduzieren und den Absatz erschweren. Ob sich der zurückhaltende Trend beim Kauf von Hybrid- und Elektrofahrzeugen fortsetzt, wird die Zukunft zeigen. Offensichtlich sind alternative Fahrzeuge zum konventionellen Pkw noch nicht massentauglich, sondern eher ein Nischenprodukt.

Auch ein Blick in die Zukunft zeigt: Das Auto wird laut Prognosen weiterhin das dominierende Verkehrsmittel bleiben. Die Verkehrsverflechtungsprognose 2030 (Basisjahr 2010) geht davon aus, dass die Mobilität bis zum Jahr 2030 aufgrund des weiterhin stattfindenden Wirtschaftswachstums und der Individualmotorisierung weiter zunehmen wird. Die weiterhin prognostizierte Dominanz des motorisierten Individualverkehrs im Bereich des Personenverkehrs wird vor allem mit der Erweiterung des Pkw-Bestands und der zunehmenden Freizeitmobilität begründet. Leichte Zuwächse bezogen auf das Verkehrsaufkommen und die Verkehrsleistung sind auch im Eisenbahnverkehr und Radverkehr zu erwarten, wenn auch in deutlich geringerem Maße als im motorisierten Individualverkehr. Regional unterschiedliche Verkehrsentwicklungen hängen vor allem von den demografischen und wirtschaftlichen Entwicklungen, räumlichen Verflechtungen und dem Verkehrsangebot ab. Das Verkehrsaufkommen wird vor allem in großen Teilen Süd- und Südwestdeutschlands wachsen, entlang des Rheins, zwischen Frankfurt/Main, Stuttgart und München sowie in Norddeutschland. Abgesehen vom Raum Berlin wird in den östlichen Bundesländern und den daran angrenzenden Gebieten der Verkehr zurückgehen. Allerdings lässt dies keine Rückschlüsse auf die Belastung der Verkehrsinfrastruktur in den einzelnen Regionen zu. Im Güterverkehr werden der Prognose zufolge insgesamt das Transportaufkommen und die Transportleistung steigen mit weiterhin hohen Antei-

len im Bereich des Straßengüterverkehrs. CO₂-Emissionen werden insgesamt, das heißt für die Emissionen aller Verkehrsträger, laut der Prognose um 22% zurückgehen. Gründe für die Rückgänge im Bereich des Straßenverkehrs sowie im Schienenverkehr sind die Reduktion der spezifischen Verbräuche, die Verlagerungen zu energieeffizienteren Antriebsarten sowie die geänderte Struktur der Stromproduktion in Richtung CO₂-freier Energieträger (Intraplan Consult/BVU Beratergruppe Verkehr+Umwelt 2014: 11).

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass es bislang an Durchsetzungskraft fehlt, um das Thema innerhalb der Planungspraxis zu verankern. Häufig bleibt es bei Zielformulierungen und Grundsatzaussagen. Geschäftsmodelle zur langfristigen Umsetzung, die wirtschaftlich tragbar sind unter Berücksichtigung unterschiedlicher Strukturräume, fehlen bislang. Bei der Förderung der Elektromobilität geht es aus Sicht der Politik vor allem um wirtschaftliche Interessen. Nachhaltigkeit oder die Sicherstellung gleichwertiger Lebensverhältnisse sind dabei ein sekundärer Nebeneffekt.

Würde das Thema ernst genommen, auch im Zusammenhang mit einer Entwicklung in unterschiedlichen Strukturräumen zur Gewährleistung der Daseinsvorsorge und vor dem Hintergrund der Nachhaltigkeit, wäre Elektromobilität eher in anderen Geschäftsmodellen zu finden.

4 Fazit und Ausblick

Zu Anfang des Beitrags wurde die Frage formuliert, was vonseiten der Planung und Politik bislang getan worden ist, um die Potenziale der Elektromobilität flächendeckend auszuschöpfen und damit einen wichtigen Schritt in Richtung einer postfossilen Mobilitätskultur in allen Strukturräumen zu schaffen. Dazu lassen sich folgende Aussagen treffen:

- Insgesamt zeigt die Auseinandersetzung mit den formellen und informellen Gesetzes-, Plan- und Politikgrundlagen, dass in jüngerer Vergangenheit vielfältige Schritte unternommen worden sind, um die Potenziale der Elektromobilität flächendeckend auszuschöpfen und damit wichtige Schritte in Richtung einer postfossilen Mobilitätskultur in allen Strukturräumen einzuleiten. Die Analyse der Gesetzes- und Planwerke auf Bundes- und Landesebene in Bezug auf das Thema nachhaltige Mobilität im Allgemeinen und das Thema Elektromobilität im Speziellen macht aber auch deutlich, dass diese bislang weder der Elektromobilität zum Durchbruch verhelfen konnten noch einen durchschlagenden Erfolg aus raumordnerischer Sicht zur Herstellung gleichwertiger Lebensbedingungen in unterschiedlichen Strukturräumen erzielen konnten. Insbesondere die informellen Planwerke haben geringe Bindungswirkung oder nur empfehlenden Charakter.
- Auch die auf Elektromobilität ausgerichteten Forschungsprojekte zeigen, dass diese bislang wenig Einfluss auf das Mobilitätsverhalten hatten und bislang nur bedingt dazu beitragen konnten, Veränderungsprozesse in Richtung einer dauerhaft nachhaltigen Mobilitätskultur zu erzielen. So sind die ökologischen, ökonomischen und sozialen Ziele noch lange nicht erreicht. Darüber hinaus ist eine Vielzahl von Akteuren in unterschiedlichen Ressorts und mit zum Teil divergierenden Interessenlagen mit dem Thema betraut, ohne dass ein tatsächlicher Austausch oder Kooperationen in horizontaler oder vertikaler Hinsicht stattfinden. Ein integriertes System bzw. eine koordinierende Anlaufstelle, die Inhalte wie das Thema Elektromobilität bündelt, abgestimmte Grundsatzaussagen und Zielformulierungen festlegt und in die Umset-

zung bringt, fehlt aufgrund der dargestellten komplexen Akteurs- und Organisationsstrukturen auf den unterschiedlichen räumlichen Ebenen sowie innerhalb der Ebenen.

- Neue Mobilitätsformen, wie sie die Elektromobilität darstellt, lassen sich mit den derzeitigen planungsrechtlichen Vorgaben (noch) nicht umsetzen und können derzeit noch keinen wesentlichen Beitrag dazu leisten, die Mobilität in unterschiedlichen Strukturräumen nachhaltig zu beeinflussen und damit gleichwertige Lebensverhältnisse zu fördern. Vielmehr zeigen die Zahlen, dass der motorisierte Verkehr weiterhin wächst, sowohl in urbanen Räumen als auch in ländlichen Gebieten. Ein Paradigmenwechsel in Richtung einer postfossilen Mobilitätskultur, speziell auch mit Blick auf das Thema Elektromobilität, ist bislang nicht in Sicht.
- Darüber hinaus decken sich die Gesetzesgrundlagen sowie planerische Aussagen in den formellen und informellen Planwerken nur bedingt mit der Planungsrealität bzw. -praxis. Häufig fehlt es am Willen und Mut der politischen Akteure, das Thema mittel- bzw. langfristig aktiv voranzutreiben, insbesondere dann, wenn Forschungsprogramme und damit finanzielle Unterstützung von staatlicher Seite auslaufen.

Darüber hinaus wurde die Frage gestellt, welche Möglichkeiten die Raumplanung hat, diese Prozesse zu unterstützen, zu koordinieren bzw. hierbei steuernd oder rahmensetzend einzugreifen. Dazu lassen sich folgende wesentliche Schlüsse und Handlungsempfehlungen aus der Analyse ableiten:

- Die Möglichkeiten der Raumplanung, die Prozesse zur Umsetzung einer nachhaltigen Mobilität im Allgemeinen und der Elektromobilität im Speziellen zu unterstützen oder zu koordinieren bzw. hierbei steuernd oder rahmensetzend einzugreifen, sind derzeit begrenzt. Vonseiten der Planung sind zwar bereits Versuche unternommen worden, die Potenziale der Elektromobilität flächendeckend auszuschöpfen und damit einen wichtigen Schritt in Richtung einer postfossilen Mobilitätskultur in allen Strukturräumen zu schaffen. Vonseiten der Politik auf den verschiedenen räumlichen Ebenen fehlt aber häufig der Wille und Mut, einen tatsächlichen Wandel herbeizuführen.
- Neue Mobilitätsformen und -technologien wie e-Mobilitätsangebote zur Umsetzung einer postfossilen Mobilitätskultur müssen auf allen Planungsebenen (Bund, Land, Kommune) verankert werden und sind zeitnah in die entsprechenden formellen und informellen Programme und Pläne und in die Gesetzeswerke auf den unterschiedlichen räumlichen Ebenen aufzunehmen. Insbesondere vonseiten der Landes-, aber auch der Regionalplanung sollten sie verstärkt Berücksichtigung finden. Handlungsfelder, die die Integration positiv beeinflussen, sind deutlich darauf auszurichten, insbesondere auf die Landesebene – beispielsweise durch die Konzentration der Siedlungsentwicklung auf Zentrale Orte, um Mobilitätsentfernungen zu reduzieren, oder die Sicherung von Flächen für die Nutzung regenerativer Energiequellen, um zu gewährleisten, dass e-mobile Angebote zu 100 % aus regenerativen Quellen gespeist werden. Neben der Verankerung von Maßnahmen in den formellen Planwerken auf Landesebene (Landesentwicklungsprogramme/-pläne, Regionalpläne) bieten sich auch informelle Instrumente, wie beispielsweise landesweite Mobilitätskonzepte an, um innovative Ideen zu verankern und umzusetzen.

- Die Maßnahmen müssen auf Grundlage der bundes- und landespolitischen Vorgaben insbesondere von den Trägern der Regionalplanung und Regionalentwicklung konkretisiert werden. Die regionale Ebene bietet sich besonders für die Verwirklichung überregionaler Zielsetzungen (EU, Bund, Land) zur Umsetzung einer postfossilen Mobilitätskultur an, sowohl auf formeller Ebene in den Regionalplänen als auch durch die Aufstellung informeller regionaler Mobilitätskonzepte.
- Das Bewusstsein für die Verkehrswende muss in den Köpfen aller geschaffen werden. Dabei müssen Politik und Planung die entsprechenden Rahmenbedingungen und Möglichkeiten schaffen. Die Umsetzung neuer Mobilitätsformen und Mobilitäts-technologien muss von Bürgern, Wirtschaft, Industrie, Wissenschaft, Planung und Politik gleichermaßen getragen und akzeptiert werden. Hierzu bedarf es sowohl des Mutes, Veränderungen herbeizuführen, als auch einer breit angelegten Überzeugungs-, Motivations- und Öffentlichkeitsarbeit. Dazu bieten die vielfältigen Modellprojekte eine gute Ausgangsbasis.
- Eine postfossile Mobilitätskultur, verbunden mit dem Umbau zu einer auf erneuerbaren Energien basierenden Energieversorgung sowie dem Ausbau des Breitbandnetzes, forciert die wirtschaftliche Entwicklung sowie den technologischen Fortschritt und trägt damit zusätzlich aus ökonomischer Sicht zur regionalen Wertschöpfung bei.

Literatur

- Bayerische Staatsregierung (2011): Bayerisches Energiekonzept „Energie innovativ“. Beschlossen am 24. Mai 2011. München.
- Bayerische Staatsregierung (2013): Landesentwicklungsprogramm Bayern. München.
- Bayern Innovativ (2016): Elektromobilität in Bayern.
<http://www.bayern-innovativ.de/epaper/reports/evbs/Flip/Bayern%20Innovativ/index.html#1/z> (11.04.2016).
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2013): Die Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung (MKS). Energie auf neuen Wegen. Berlin.
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016): Bundesverkehrswegeplan 2030 – Entwurf 2016. Berlin.
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016a): Förderprogramm „Schaufenster Elektromobilität“. Berlin.
<http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/modellregionen-elektromobilitaet.html?nn=36210> (10.04.2016).
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016b): Förderprogramm „Schaufenster Elektromobilität“. Berlin.
<http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/elektromobilitaet-steckbriefe.html> (10.04.2016).
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2015): Zeitreihen zur Entwicklung der Erneuerbaren Energien in Deutschland. Berlin.
http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren-energien-in-deutschland-1990-2015.pdf;jsessionid=61B6FBDAE8289112D7D1013F91D65623?__blob=publicationFile&v=6 (09.06.2016).

- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie; BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Berlin.
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie; BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung; BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.) (2011): Regierungsprogramm Elektromobilität. Berlin.
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie; BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur; BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung; BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2016): Leuchtturmprojekte der Elektromobilität. Berlin.
<http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/J-L/leuchtturmprojekte-der-elektromobilitaet,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf> (10.04.2016).
- Bundesregierung (2004): Die Kraftstoffstrategie – Alternative Kraftstoffe und innovative Antriebe. Berlin.
- Bundesregierung (2007): Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm. Berlin.
- Bundesregierung (2009): Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung. Berlin.
- Bundesregierung (2012): Nationale Nachhaltigkeitsstrategie – Fortschrittsbericht 2012. Berlin.
- Bundesregierung (2016): Elektromobilität.
<http://www.foerderinfo.bund.de/elektromobilitaet> (10.04.2016).
- Center for Transportation & Logistics Neuer Adler e.V. (2016): Clusterpolitik Bayern. In: <http://www.c-na.de/cbt/deutsch/index.php?nav0=506&page=438> (11.04.2016).
- Europäische Kommission (1999): EUREK Europäisches Raumentwicklungskonzept. Brüssel.
- Gehring, P. (2005): Bundesverkehrswegeplanung. In: ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): Handwörterbuch der Raumordnung. Hannover, 148-157.
- Hendzlik, M.; Howe, E.; Steiner, J. (2016): InnoZ Mobilitätsmonitor – Nachhaltige Mobilität/Elektromobilität. In: Internationales Verkehrswesen 68, 2, 13-14.
- Intraplan Consult; BVU Beratergruppe Verkehr+Umwelt (2014): Verkehrsverflechtungsprognose 2030, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur. München, Freiburg.
- Kraftfahrt-Bundesamt (2016): Jahresbilanz des Fahrzeugbestandes am 1. Januar 2016. http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/b_jahresbilanz.html;jsessionid=66E6BBBD2F831867BA67CA114E147EC1.live1041?nn=644526 (11.04.2016).
- MKRO – Ministerkonferenz für Raumordnung (2013): Leitbilder und Handlungsstrategien für die Raumentwicklung in Deutschland 2013. Beschluss der Ministerkonferenz für Raumordnung vom 3. Juni 2013. Berlin.
- Runkel, P. (2005): Fachplanungen, raumwirksame. In: ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): Handwörterbuch der Raumordnung. Hannover, 281-289.
- Sinz, M. (2005): Raumordnung/Raumordnungspolitik. In: ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): Handwörterbuch der Raumordnung. Hannover, 863-872.
- StMUG – Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (2009): Klimaprogramm Bayern 2020. München.
- StMUG – Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (2013): Bayerische Nachhaltigkeitsstrategie. München.
- StMWiMET – Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie (2016): Zukunft der Elektromobilität. München.
http://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwivt/Themen/Wirtschaft/Dokumente_und_Cover/Industrie/2016-02-04_Themenblatt_Elektromobilitaet.pdf (10.04.2016).

StMWiVT – Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie (2002): Generalverkehrsplan Bayern. München.

UBA – Umweltbundesamt (2015): Umwelttrends in Deutschland. Daten zur Umwelt 2015. Dessau-Roßlau.

Autorin

Dr.-Ing. **Sandra Wappelhorst** studierte Raumplanung an der Technischen Universität Dortmund. Nach dem Studium war sie zunächst im Quartiersmanagement tätig. Danach arbeitete sie zwei Jahre im Bereich der Mobilitätsforschung und wirkte bei der Projektumsetzung zur Förderung umweltverträglicher Verkehrsmittel mit. Anschließend war sie mehrere Jahre als wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Universität der Bundeswehr München beschäftigt, wo sie sich schwerpunktmäßig mit den Themen Mobilität, Klimawandel und Raumplanung befasste und zum Thema Mobilitätsmanagement in Metropolregionen promovierte. Sie arbeitet als Senior Expertin beim Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ GmbH) in Berlin. Schwerpunkte ihrer Arbeit sind die Themen Elektromobilität in urbanen und ländlichen Räumen, betriebliches Mobilitätsmanagement und kommunale Mobilitätskonzepte. Darüber hinaus ist sie an der Universität der Bundeswehr München im Masterstudiengang Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften Lehrbeauftragte im Bereich „Umweltfreundliche Mobilität“.

Jörg Maier

Mobilität älterer Menschen in ländlichen Räumen: Wie steht es dort um die Potenziale neuer Mobilitäts- formen bzw. -technologien?

Gliederung

- 1 Einleitung
 - 1.1 Ansatzpunkte zur Analyse der Mobilität älterer Menschen
 - 1.2 Fragestellungen der empirischen Erhebungen
- 2 Regionalskizzen zur Mobilität älterer Menschen in ländlichen Räumen Bayerns
 - 2.1 Situation und Entwicklung im Landkreis Bayreuth 1990 und 1998
 - 2.2 Vergleichbare Ergebnisse in großstadtnahen und in peripheren ländlichen Räumen 2011 bzw. 2012 – die Beispiele Landkreis Freising und Landkreis Tirschenreuth
 - 2.3 Aktuelle Situation im Landkreis Bayreuth 2013: Vorgehensweise und Interpretation der Ergebnisse
- 3 Ergebnisse der Längsschnittanalyse des Mobilitätsverhaltens älterer Menschen im Landkreis Bayreuth
 - 3.1 Der interkommunale Vergleich 1990–2013 (Längs- und Querschnittsanalyse)
 - 3.2 Zum Versuch prognostischer Aussagen zur Mobilität älterer Menschen
 - 3.3 Aktuelle und zukünftige Potenziale neuer Mobilitätsformen und -technologien
- 4 Kurzes Fazit

Literatur

Kurzfassung

In diesem Beitrag werden die Mobilitätsmuster älterer Menschen sowie deren Einstellungen gegenüber neuen Mobilitätsformen untersucht. Hierfür werden empirische Ergebnisse einer im Jahr 2013 durchgeführten Untersuchung aus den Landkreisen Freising, Tirschenreuth und Bayreuth herangezogen. Für den Landkreis Bayreuth liegen zudem vergleichbare Daten aus den Jahren 1990 und 1998 vor, die Aufschluss über die Entwicklung verkehrsbezogener Verhaltensmuster älterer Menschen geben. Die Ergebnisse zeigen unter anderem, dass neue Mobilitätsformen wie Carsharing, E-Bikes und Bürgerbusse bislang kaum genutzt werden. Es wird jedoch ein großes Potenzial für eine künftig stärkere Nutzung gesehen, da künftig immer mehr ältere Menschen und vor allem Hochbetagte am Verkehrsgeschehen teilnehmen und aufgrund siedlungsstruktureller Bedingungen in ländlichen Räumen häufiger einen Ortswechsel vornehmen müssen, um beispielsweise einzukaufen oder einen Arzt aufzusuchen.

Schlüsselwörter

Mobilität älterer Menschen – ländliche Mobilität – Alterungsprozess – Mobilitätsverhalten – neue Mobilitätsformen

Mobility of older people in rural areas: What is the potential for new forms of mobility and mobility technologies?

Abstract

This paper investigates the mobility patterns and the attitudes towards new forms of mobility of elderly people. Empirical findings from research carried out in 2013 in the rural districts of Freising, Tirschenreuth and Bayreuth are considered. Further comparable data are available from the years 1990 and 1998 for the rural district of Bayreuth; this sheds light on the development of patterns of transport-related behaviour of elderly people. Among other things, the results show that new forms of mobility like carsharing, e-bikes and citizens' buses have been little used to date. There is, however, great potential for increased use in the future as ever more elderly people and especially the very elderly participate in the transport scene and, owing to structural conditions in rural areas, need to travel to another settlement to shop or visit a doctor.

Keywords

Mobility of older people – rural mobility – aging process – mobility behaviour – new forms of mobility

1 Einleitung

1.1 Ansatzpunkte zur Analyse der Mobilität älterer Menschen

Insbesondere für die Gruppe der älteren Menschen gilt die These, dass Mobilität eine der Voraussetzungen für ein selbstbestimmtes Leben ist, im besonderen Maße (vgl. Kreibich 2005). Forciert durch den erwartbaren Alterungsprozess unserer Gesellschaft im Zuge des demografischen Wandels ergibt sich dadurch die Notwendigkeit, auf die spezifischen Bedürfnisse älterer Menschen bei der Teilnahme am Straßenverkehr einzugehen. Häufig findet man die stereotype Meinung, dass es sich hierbei um risikobehaftete Verkehrsteilnehmer handelt (vgl. Wilde 2014: 62 ff.). Da jedoch die Gruppe der älteren Menschen keineswegs homogen ist, etwa bezüglich Verhaltensmustern nach Altersgruppen, Geschlecht, sozialen Strukturen, Motivationen und Zwängen (u. a. finanzieller Art), ist es notwendig, Segmentierungen zur Entwicklung zielgruppenspezifischer Mobilitätsangebote vorzunehmen (vgl. Stiewe 2010). Bei empirischen Erhebungen, nicht nur der diesem Beitrag zugrunde liegenden Studie, wird deshalb zumeist von den Altersgruppen der 65- bis unter 75-Jährigen, der 75- bis unter 85-Jährigen und der über 85-Jährigen (derzeit als Gruppe der Hochbetagten bezeichnet) ausgegangen.

1.2 Fragestellungen der empirischen Erhebungen

Diesem Beitrag liegt eine Studie zugrunde, die eine Projektgruppe der Universität Bayreuth verfasst hat.¹ Im Mittelpunkt stehen ältere Menschen in ländlichen Räumen. Da es im Rahmen des Projektes weder möglich noch sinnvoll erschien, alle Aspekte der verkehrsbezogenen Verhaltensmuster älterer Menschen zu interpretieren, wurden fünf Fragen formuliert, die als Leitfaden der empirischen Untersuchung dienten:

- Wie verändern sich verkehrsbezogene Verhaltensmuster mit zunehmendem Alter?
- Wie verändert sich das Verkehrsverhalten getrennt nach dem Geschlecht?
- Wie steht es dabei um das Vorhandensein eines Führerscheins, differenziert nach Altersgruppen und Geschlecht?
- Wie verändern sich die Verhaltensmuster in unterschiedlich definierten Gemeindetypen?
- Wie steht es um die Potenziale der neuen Mobilitätsformen und -technologien, derzeit und möglicherweise in Zukunft?

Um auch die regionale Situation einzubeziehen, haben wir entsprechend dem Landesentwicklungsprogramm Bayern aus den Typen ländlicher Räume jeweils bewusst ein Beispiel ausgewählt:

- den großstadtnahen Landkreis Freising mit dem Hochschulstandort Weihenstephan,
- den wirtschaftlich gut strukturierten Landkreis Bayreuth mit dem Oberzentrum Bayreuth als Hochschulstandort
- und den peripher gelegenen, grenznahen Landkreis Tirschenreuth.

2 Regionalskizzen zur Mobilität älterer Menschen in ländlichen Räumen Bayerns

2.1 Situation und Entwicklung im Landkreis Bayreuth 1990 und 1998

Um den regionalen Bezug weiterzuentwickeln, wird als Erstes auf den Landkreis Bayreuth eingegangen, weil hierzu bereits für die 1990er Jahre entsprechende empirische Erhebungen (in Verbindung mit einem querschnittsorientierten Altenhilfekonzept) vorliegen (Beck/Bschirrer/Schroth 1998). Zieht man die Ergebnisse der dort formulierten Nachfrageanalyse heran – also zu den Verhaltensweisen der älteren Menschen, erhoben in sieben sozioökonomisch und standörtlich unterschiedlich strukturierten Gemeinden –, so ist Folgendes festzuhalten:

Da der Wohnstandort für ältere Menschen eine hohe Bedeutung als Orientierung und Ausgangspunkt der Mobilität hat, empfinden doch viele die (häufig) eigene Wohnung als Zeichen der Selbstständigkeit und Selbstverantwortung. Belegt durch die Untersuchungsergebnisse 1990 und 1998 zeigt sich jedoch schon eine Veränderung in diesem Jahrzehnt, was das Einkaufsverhalten angeht. Aufgrund der Verlagerung der Versorgungsstandorte von den Ortsteilen in die Kernorte, führte dies zur Verstärkung der Mobilität.

Die Chancen, gesteckte Ziele zu erreichen, bestimmen zum großem Teil das Leben der älteren Menschen und deren raumzeitlichen Aktionsradius. Der Pkw hat 1998 noch

¹ Projektstudie an der Universität Bayreuth in Kooperation mit dem Landratsamt Bayreuth, bearbeitet von S. Buckel, C. Fröba, T. Germer, M. Lavrov, S. Weber unter Leitung von Prof. em. Dr. J. Maier im Wintersemester 2013/2014.

stärker als 1990 die Rolle des wichtigsten Verkehrsmittels der älteren Personen im Landkreis Bayreuth übernommen, sei es als Selbst- oder als Mitfahrer. Das Zu-Fuß-Gehen folgt an zweiter Stelle, während der Anteil des ÖPNV seit 1990 zurückgegangen ist, wobei ihn die Frauen deutlich häufiger als die Männer nutzten. Umgekehrt traf dies für die Selbstfahrer von Pkw zu. Dies bestätigte ein Bild der damaligen Gesellschaft, in der die Frauen in ländlichen Räumen – häufig auch wegen mangelndem Führerscheinbesitz – die eher passive, wenn auch nachhaltige Rolle im Verkehrsverhalten einnahmen.

2.2 Vergleichbare Ergebnisse in großstadtnahen und in peripheren ländlichen Räumen 2011 bzw. 2012 – die Beispiele Landkreis Freising und Landkreis Tirschenreuth

Bezugnehmend auf die Ansatzpunkte der vorliegenden Analyse und um aus allen Typen ländlicher Räume in Bayern Fallbeispiele auszuwählen, wurden aufgrund vergleichbarer aktueller Studien bewusst für den Typus des großstadtnahen ländlichen Raumes der Landkreis Freising und für den Typus des peripheren ländlichen Raumes der Landkreis Tirschenreuth ausgewählt.

Der Landkreis Freising nördlich der Landeshauptstadt München ist vollständig in das Tarifsystem des Münchner Verkehrsverbundes (MVV) einbezogen. Allerdings unterscheidet sich der bevölkerungsreiche Süden und Osten mit seiner guten Erschließung durch den Schienenpersonenverkehr doch deutlich vom Norden und Westen des Landkreises, wenngleich diese Teile durch Busse des MVV-Regionalverkehrs eingebunden sind (vgl. Landratsamt Freising 2012). Trotzdem beurteilen zwei Drittel der Bevölkerung die Anbindung ihrer Gemeinde an das Netz des ÖPNV als nicht ausreichend (vgl. MVV 2012). Die älteren Personen nutzen auch in diesem Landkreis am häufigsten den Pkw, und zwar zu 72%. Bei der Altersklasse der über 80-Jährigen liegt dieser Wert noch bei 36%. Dabei gilt ganz allgemein: je kleiner die Wohngemeinde ist, umso häufiger wird der Pkw als Fortbewegungsmittel herangezogen. Aber auch das Fahrrad spielt eine große Rolle, immerhin rund 40% nutzen es regelmäßig, insbesondere in den größeren Gemeinden. Andererseits zeigt sich im Landkreis Freising, wie ein gutes Angebot Nachfrage schafft, nehmen doch gerade die älteren Bewohner den ÖPNV überdurchschnittlich oft in Anspruch, noch gestützt durch die „Isarcard 60“, ein spezielles Angebot für Senioren.²

Im Landkreis Tirschenreuth in der nördlichen Oberpfalz zeigt sich der demografische Wandel weit stärker als im Landkreis Freising, wird doch davon ausgegangen, dass der Anteil der älteren Menschen (ab 60 Jahren) von 23% 2003 auf 32% im Jahre 2024 ansteigen wird (Regierung der Oberpfalz 2011: 2). Bereits in den Eckwerten der Verhaltensmuster zeigen sich auch deutlich andere Strukturen. So besitzen 98% der älteren Personen zumindest einen Pkw, was dazu beiträgt, dass die Pkw-Dichte im Landkreis Tirschenreuth überdurchschnittlich hoch ist und im Vergleich dazu die älteren Personen keine Monats-/Jahreskarte oder einen Mehrfahrtenschein für den ÖPNV besitzen. Dies führt dazu, dass 79% ihren Pkw bei Besorgungen oder Arztbesuchen außerhalb ihres Wohnortes benutzen. Diese hohen Anteile könnten sich möglicherweise in Verbindung mit dem Modellversuch der Ostbayerischen Verkehrsbetriebe, mit Angeboten neuer Busbetriebsformen, ändern. Die Heranziehung des Pkw ist vor allem in Gemeinden unter 5.000 Einwohnern stark ausgeprägt, müssen diese Personen doch häufig ihren Wohnort verlassen, um sich zu versorgen oder Dienstleistungen nachzufragen. Es gilt also,

² Alle Zahlen entstammen, wenn nicht anders angegeben, den empirischen Erhebungen im Rahmen der Projektstudie.

den Einfluss der Siedlungsstruktur bei der Einstufung ländlicher Räume in Verkehrsanalysen in Verbindung mit den Auswirkungen des demografischen Wandels und dem Rückbau von Einrichtungen der Daseinsvorsorge besonders zu beachten (vgl. Holz-Rau 2006).

2.3 Aktuelle Situation im Landkreis Bayreuth 2013: Vorgehensweise und Interpretation der Ergebnisse

Um neben der Literaturlauswertung eine empirische und aktuelle Studie für das Thema „Mobilität älterer Menschen in ländlichen Räumen“ durchzuführen, wurde vor Projektbeginn durch das Landratsamt Bayreuth in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Wirtschaftsgeographie der Universität Bayreuth eine Bürgerbefragung zum Thema „Mobilität“ initiiert. Sie schloss an die in den Jahren 1990 und 1999 vorgenommenen Erhebungen an bzw. setzt sie fort.

Anhand einer geschichteten Stichprobe der älteren Menschen nach drei Altersgruppen wurden in sieben ausgewählten Gemeinden mithilfe der Verwaltungen und der Seniorenbeauftragten insgesamt 1.500 Fragebögen verteilt, von denen 633 ausgefüllt zurückkamen, ein für eine schriftliche Befragung recht bemerkenswertes Ergebnis (42% Rücklaufquote).

Die Städte Creußen, Gefrees, Pegnitz und Waischenfeld sowie die Gemeinden Bischofsgrün, Eckersdorf und Kirchenpingarten wurden für die empirische Erhebung aufgrund ihrer Diversität und ihrer sozioökonomischen Besonderheiten ausgewählt. Durch Creußen führt die vielbefahrene Bundesstraße 85. Außerdem verläuft an der westlichen Grenze von Creußen die Autobahn 9 von München nach Berlin. Gefrees liegt am nördlichsten aller ausgewählten Städte und Gemeinden im Fichtelgebirge an der äußersten Landkreisgrenze und grenzt an den Landkreis Hof sowie an die Gemeinde Bischofsgrün, die durch die Lage im Fichtelgebirge eine attraktive Touristendestination ist. Kirchenpingarten ist mit gut 1.000 Einwohnern eine sehr kleine Gemeinde, wohingegen Pegnitz, als größte der ausgewählten Städte, einen Industriestandort und ein Mittelzentrum mit rund 15.000 Bewohnern darstellt. Waischenfeld liegt in der Fränkischen Schweiz und grenzt unmittelbar an den Landkreis Forchheim. Eckersdorf befindet sich im direkten Einzugsgebiet der Stadt Bayreuth, an die es am Westrand angrenzt und so als klassische Stadt-Rand-Gemeinde zu bezeichnen ist.

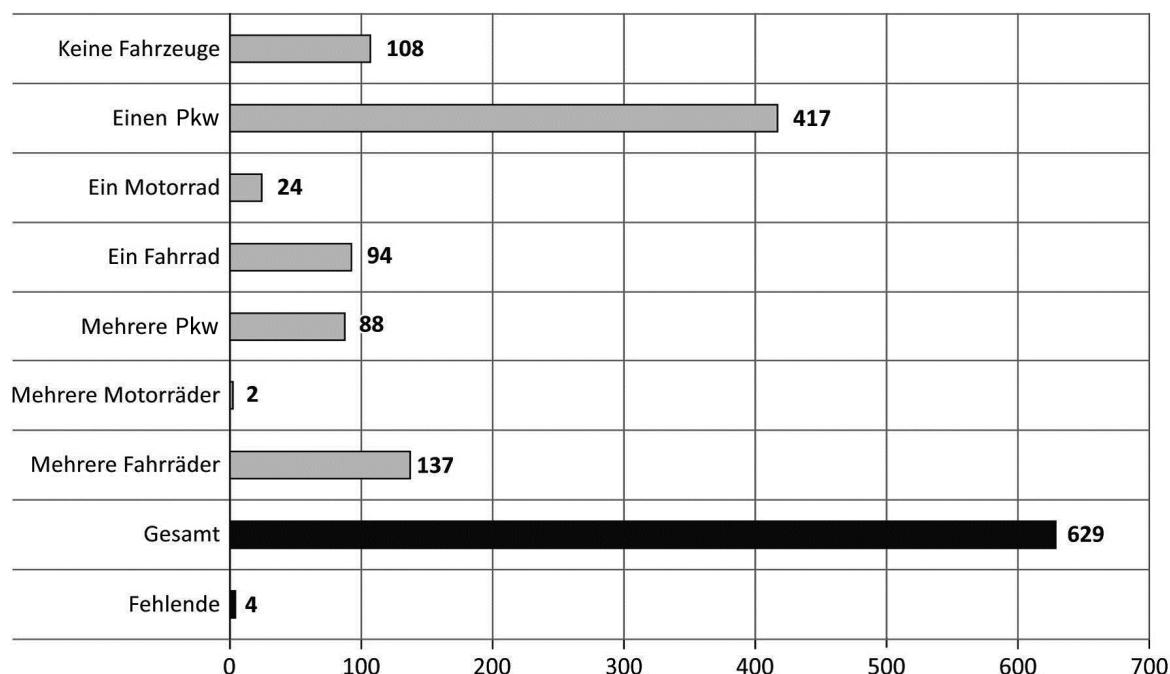
Bezüglich der Eckwerte des Verkehrsverhaltens konnte festgestellt werden, dass 81% der älteren Personen einen Führerschein besitzen. 80% der Haushalte besitzen mindestens einen Pkw, 15% ein oder mehrere Fahrräder, jedoch nur 3% verfügen über eine Monatskarte für den ÖPNV, mithin durchaus charakteristisch für die bislang untersuchten ländlichen Räume.

Differenziert man dieses allgemeine Bild, so wird etwa beim Führerscheinbesitz deutlich, dass bei den Männern diese Spitzenwerte selbst noch bei den Hochbetagten zutreffen, bei den Frauen gilt dies noch für die 65- bis unter 75-Jährigen – ein wichtiges Ergebnis für prognostische Aussagen. Der Anteilswert bricht dann bei den 75- bis unter 85-Jährigen auf 51% ab und bei den Hochbetagten sind es noch 20%.

Auf die einzelnen Untersuchungsgemeinden bezogen, kann man zwei Ergebnisvarianten unterscheiden: Die höchsten Anteilswerte ergaben sich in der Stadt-Rand-Gemeinde Eckersdorf und im Mittelzentrum Pegnitz mit 87 bzw. 82% Führerscheinbesitz. In dem heilklimatischen Kurort Bischofsgrün und den beiden Unterzentren Gefrees und Creußen traten Anteilswerte von 78 bis 72% auf. Das heißt, auch innerhalb des

Landkreises Bayreuth gibt es ein Anteilsgefälle (vgl. auch die Ergebnisse im Landkreis Freising). Nun muss Führerscheinbesitz noch nicht Pkw-Besitz und auch nicht Nutzung des Fahrzeugs bedeuten. Ziehen wir deshalb als Erstes die Antwort nach dem Fahrzeugbesitz als Ergänzung heran (vgl. Abb. 1).

Abb. 1: Welche Fahrzeuge besitzt der Haushalt?



Quelle: Eigene Erhebungen im Landkreis Bayreuth im Oktober/November 2013, (N=633)

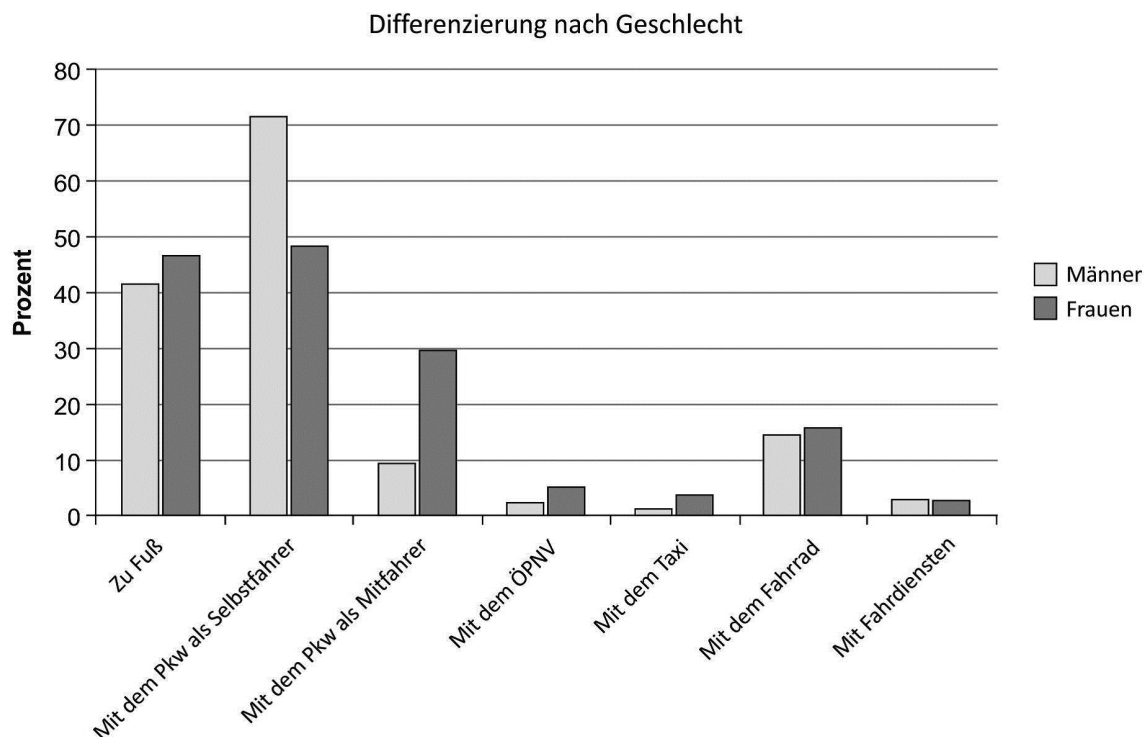
Wiederum wird die große Bedeutung des Pkw unter den verfügbaren Verkehrsmitteln deutlich, verfügen doch rund 80% der befragten Haushalte über einen oder mehrere Pkw, bei den 65- bis unter 75-Jährigen waren es sogar 90%, bei den 75- bis unter 85-Jährigen 68% und bei den Hochbetagten immerhin noch fast die Hälfte (46%). Da dieses Ergebnis über die Nutzung keine Auskunft gibt, kann die Rolle des Pkw bei verschiedenen räumlich relevanten Aktivitäten Auskunft geben: Der Pkw wird genutzt

- beim Einkauf von Waren am Wohnort zu 79%,
- beim Einkauf von Waren außerhalb des Wohnortes zu 97%,
- beim Arztbesuch am Wohnort zu 74%,
- beim Arztbesuch außerhalb des Wohnortes zu 95%.

Unschwer ist die größere Bedeutung des Pkw bei größeren Distanzen zu erkennen, aber selbst innerhalb des Wohnortes prägt der Pkw noch zu drei Vierteln die Verkehrsmittelwahl. Von Bedeutung ist, und dies sollte bei Verkehrsplanungen wohl beachtet werden, dass als Alternative dazu in erster Linie das Zu-Fuß-Gehen zu sehen ist. Im Rahmen der Mehrfachantworten betonten 44% der Befragten diese umweltfreundliche Aktivität, das Fahrrad spielte bei 15% eine Rolle. Während sich bei der Trennung nach Geschlechtern nur wenige Änderungen ergeben, ist die Differenzierung nach den Altersgruppen von Interesse (vgl. Abb. 2). Es zeigt sich nämlich, dass etwa beim Einkauf von Waren im Wohnort 82% der 65- bis unter 75-Jährigen den Pkw bevorzugen, 75% bei den 75- bis unter 85-Jährigen und noch 66% der Hochbetagten (vgl. Abb. 3). Nun könnte

man sagen, dass aufgrund des Strukturwandels im Einzelhandel der letzten Jahrzehnte und dem Vorhandensein von Einzelhandelsgroßprojekten auch in ländlichen Räumen der Pkw gewählt wird. Ziehen wir daher den Arztbesuch am Wohnort als zweites Beispiel heran, so wird aus Abbildung 4 ersichtlich, dass der Pkw immer noch die Hauptrolle spielt und daneben das Zu-Fuß-Gehen von Bedeutung ist.

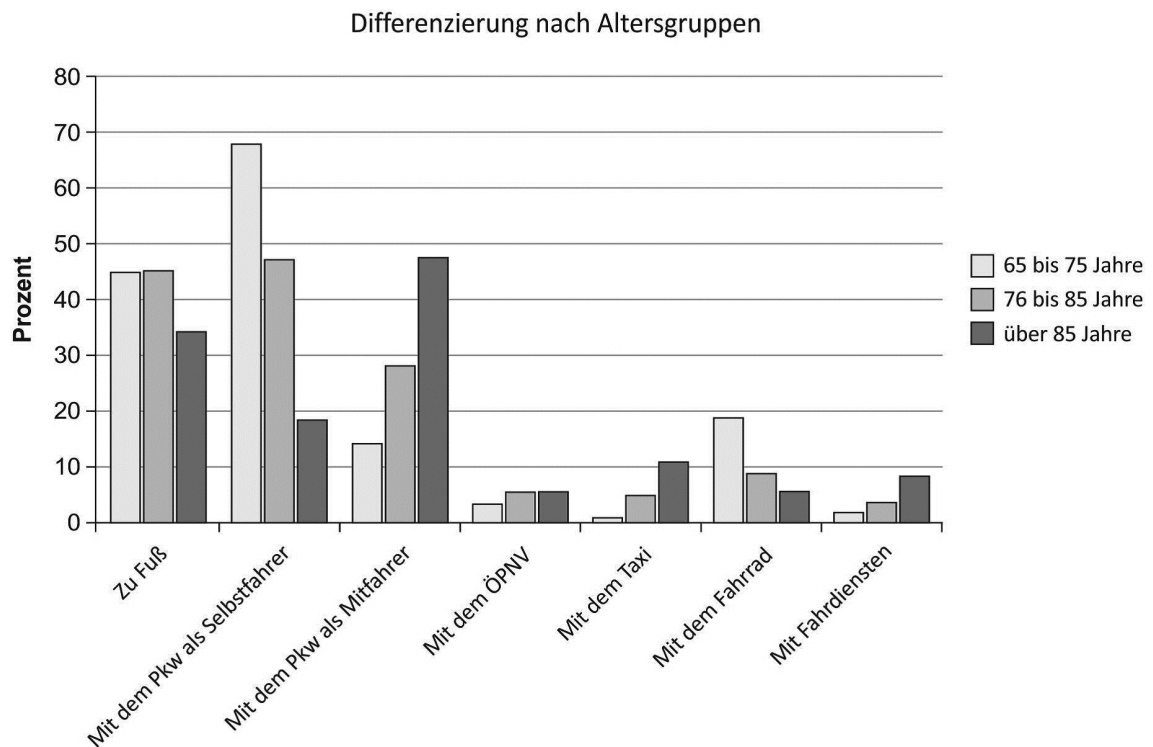
Abb. 2: Wie gelangen Sie zum Einkaufen am Wohnort?



Quelle: Eigene Erhebungen im Landkreis Bayreuth im Oktober/November 2013, (N=633)

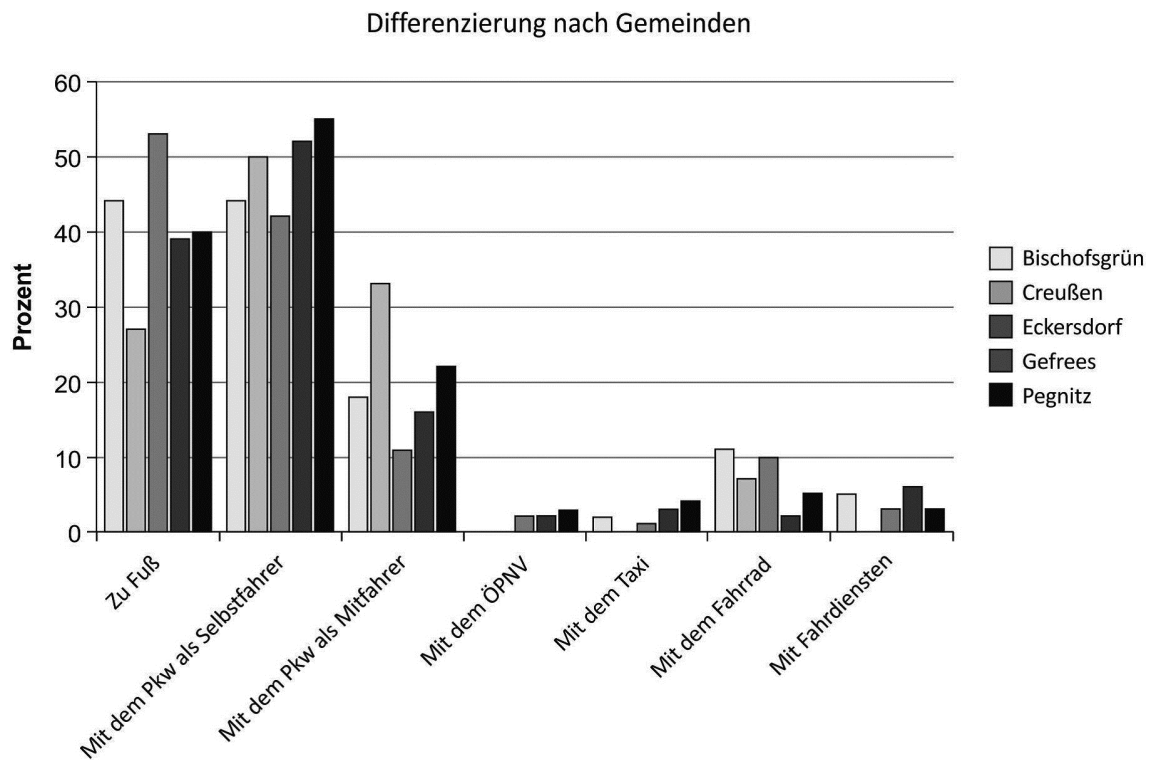
Die Interpretation der empirischen Ergebnisse sollte nicht abgeschlossen werden, ohne noch auf die Rolle des ÖPNV hinzuweisen. Angesichts des Ergebnisses, dass in allen Gemeinden der überwiegende Teil der Befragten angab, diesen nie zu nutzen, ist anzumerken, dass in jenen Gemeinden, die über ein gut ausgebautes Netz und häufig verkehrende Anbieter verfügen, wie etwa in der Stadt Pegnitz oder der Stadt-Rand-Gemeinde Eckersdorf, durchaus bemerkenswerte Anteile des ÖPNV auftreten (besonders bei den Frauen).

Abb. 3: Wie gelangen Sie zum Einkaufen am Wohnort?



Quelle: Eigene Erhebungen im Landkreis Bayreuth im Oktober/November 2013, (N=633)

Abb. 4: Arztbesuch am Wohnort



Quelle: Eigene Erhebungen im Landkreis Bayreuth im Oktober/November 2013, (N=633)

3 Ergebnisse der Längsschnittanalyse des Mobilitätsverhaltens älterer Menschen im Landkreis Bayreuth

3.1 Der interkommunale Vergleich 1990–2013 (Längs- und Querschnittsanalyse)

Bedingt durch die vorliegenden Ergebnisse aus den Jahren 1990, 1998 und 2013 besteht die Möglichkeit einer Längsschnittanalyse des Mobilitätsverhaltens älterer Menschen für den Landkreis Bayreuth. Neben einem weiteren Anstieg der Bedeutung des Pkw als Fortbewegungsmittel ist wenig erstaunlich, dass die Befragten sich mit zunehmendem Alter seltener selbst ans Steuer setzen. Zudem ist festzustellen, dass zwar immer noch mehr Männer als Frauen selbst Auto fahren, allerdings die Frauen langsam „aufholen“. Während etwa 1998 63% der Männer und 21% der Frauen sich als Selbstfahrer einstufen, gaben dies 2013 71% der Männer und 48% der Frauen an, das ist also mehr als eine Verdopplung des Anteilswertes bei den Frauen.

Bei der Querschnittsanalyse auf der Basis unterschiedlicher Erhebungstechniken zeigte sich trotz mancher recht einheitlicher Ergebnisse, etwa bei der hohen Bedeutung des Pkw bei den Verkehrsaktivitäten, doch ein Stadt-Land-Kontinuum. So weist die Pkw-Nutzung eine Zunahme – gegenüber der Situation im Landkreis Freising – bei den Daten für den Landkreis Bayreuth und insbesondere bei jenen des Landkreises Tirschenreuth auf. Wenn auch nicht so ausgeprägt, fällt der Anteil der ÖPNV-Nutzung beim gewählten Querschnitt ab, auch der Anteil des Fahrrads erreicht im Landkreis Freising den höchsten Anteil (vgl. Abb. 5).

Abb. 5: Nutzung verschiedener Verkehrsmittel in ausgewählten Landkreisen Bayerns 2011–2013 (in %)

Verkehrsmittel	Landkreis Freising	Landkreis Bayreuth	Landkreis Tirschenreuth
Pkw	72	80	90
ÖPNV	16	3	2
Fahrrad	41	15	1
	N=2.072	N=633	N=289

Quelle: Eigene Erhebungen im Landkreis Bayreuth im Oktober/November 2013; Koppers/Neuer/Scholz et al. (2011); Landratsamt Freising (2012) (Mehrfachnennungen möglich)

3.2 Zum Versuch prognostischer Aussagen zur Mobilität älterer Menschen

Um dem Anspruch zu genügen, Aussagen zu Potenzialen zu machen, sind neben aktuellen auch zukünftige Daten zu erfassen. In der Verkehrsprognose 2025 für Bayern wird im Bereich Personenverkehr mit einem Plus von 10,9% für den motorisierten Individualverkehr, einem Plus von 4,1% für den Fahrradverkehr, jedoch mit einem Minus von 1,9% für den Fußwegverkehr ausgegangen, jeweils gegenüber 2007 (Intraplan 2010: 47). Für Oberfranken schätzt man als einzigem Regierungsbezirk in Bayern auch für den motorisierten Individualverkehr ein Minus von 8,1%. Demgegenüber wird ein Zuwachs beim ÖPNV erwartet (Intraplan 2010: 60).

Nun werden in dieser Prognose die Faktoren des Modells nicht offengelegt. Sicherlich spielte der demografische Wandel und der darin enthaltene Rückgang der Bevölkerung in Oberfranken bzw. die ebenso angenommene Alterung der Bevölkerung eine große

Rolle. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Bevölkerung in Oberfranken in den nächsten 15 Jahren weniger, älter, vielleicht auch etwas bunter werden wird. Der Anteil der über 64-Jährigen soll dabei im ungünstigsten Fall zwischen 2011 und 2034 um rund 32 % ansteigen (Bayerisches Landesamt für Statistik 2015: 8). Und dies könnte mit einer gewissen Stärkung der Ober-, Mittel- und teilweise auch der Unterzentren, bei vorhandenen Schrumpfungsprozessen in den peripheren Standortlagen verbunden sein. Unter Annahme dieser Zukunftsbilder auf der einen Seite und den aus den empirischen Erhebungen zu ersehenden Hinweisen der weiteren Entwicklung auf der anderen Seite, sollen folgende Aussagen getroffen werden:

Bezogen auf den Führerscheinbesitz konnte festgestellt werden, dass ein ausgesprochen hoher Anteil der heute 65- bis unter 75-Jährigen, Frauen wie Männer, den Führerschein besitzen. Dies gilt ebenso für die 75- bis unter 85-Jährigen Männer, abgeschwächt auch für die Frauen dieser Altersgruppe. Betrachtet man nun diese Kohorte in 15 bis 20 Jahren, so kann von wesentlich höheren Anteilswerten im Führerscheinbesitz als heute ausgegangen werden. Sicherlich führt dies nicht automatisch zur Pkw-Benutzung, jedoch ist nicht damit zu rechnen, dass der extrem hohe Anteil des Pkw als Verkehrsmittel weniger und – wie in der Prognose von Intraplan – der ÖPNV eine gravierende Zunahme erfahren wird (*ceteris paribus*). Ändern könnte sich diese Aussage jedoch bei breiter Information und Umsetzung neuer Mobilitätsformen und -technologien.

3.3 Aktuelle und zukünftige Potenziale neuer Mobilitätsformen und -technologien

Im Rahmen der Untersuchung zur Mobilität älterer Menschen im Landkreis Bayreuth 2013 wurden folgende Mobilitätsformen berücksichtigt:

- E-Bike
- Mitfahrgemeinschaften
- Carsharing
- Bring- und Holdienste
- Anruf-Linien-Taxi
- Bürgerbus.

Bezüglich möglicher zukünftiger Nutzungen konnten aus den Befragungen folgende Anhaltspunkte gewonnen werden:

E-Bikes haben im Raum Bayreuth einerseits durch ihre Bereitstellung in den touristisch geprägten Gemeinden, vor allem in der Fränkischen Schweiz und im Fichtelgebirge, sowie durch Werbeaktionen des Spezialhandels seit drei Jahren eine gewisse Einstiegsphase und Verbreitung erfahren. Von den älteren Menschen werden sie jedoch noch wenig genutzt. So gaben nur 6 % der Befragten an, ein E-Bike täglich zu nutzen. Im Unterschied zu allgemeinen Erfahrungen über die Einführung von Innovationen in ländlichen Räumen, wonach diese besonders von den Frauen vorangebracht werden, sind bei der Nutzung von E-Bikes die Männer leicht überdurchschnittlich vertreten. Bezogen auf die untersuchten Gemeinden zeigt sich, dass die Nutzung deutlich höher im Fremdenverkehrsort Bischofsgrün und in der Stadt-Rand-Gemeinde Eckersdorf ausfällt. Die damit verbundene Information über diese neue Mobilitätsform ist dort auch weit höher verbreitet als in den anderen Standorten. Dabei ist mit einer intensiveren und breit gestreuten Information gerade bei Frauen ein Potenzial für eine größere Verbreitung zu vermu-

ten, allerdings verbunden mit sachkundiger Information zur Handhabung der E-Bikes und auch zu den damit verbundenen Gefahren bzw. Unfallquellen.

Bei den Arbeitnehmern spielen seit Jahren die Mitfahrgemeinschaften eine bemerkenswerte Rolle. Die gut besetzten Parkplätze etwa an Autobahneinfahrten geben dazu ein beredtes Beispiel. Bei den befragten älteren Personen spielt dies bislang eine bescheidene, wenn auch nicht unwichtige Rolle, wird jedoch wohl aufgrund der häufig individuellen Mobilitätsanlässe von den meisten Befragten nicht genutzt. Nur 2 % der Befragten nutzt diese Form regelmäßig (21 % ab und an), wenn auch unterschiedlich in den untersuchten Gemeinden. So ist diese Mobilitätsform in Bischofsgrün schon eher gegeben, ein Drittel gab hier an, ab und an darauf zurückzugreifen. Im industriell geprägten Unterzentrum Gefrees dagegen war diese Form nur wenig vertreten. Möglicherweise spielt für die Einführung eine Sozialkomponente (die Rolle des Pkw als Statussymbol) eine Rolle? Es zeigen sich jedoch bei der Nutzung altersspezifische Unterschiede. So nutzen ab und an die 65- bis unter 75-Jährigen diese Mobilitätsform am wenigsten (17 %), am meisten die 75- bis unter 85-Jährigen (36 %). Fast doppelt so viele Frauen wie Männer sind dabei kennzeichnend, ein Beleg für die bessere Kooperationsfähigkeit der Frauen, möglicherweise auch aufgrund von Zwängen (kein Führerschein oder Pkw). Andererseits ist festzuhalten, dass diese Mobilitätsform einen ausgesprochen hohen Bekanntheitsgrad besitzt, kannten doch nur 5,5 % der Befragten diese Form nicht.

Demgegenüber schneidet die Information über das Carsharing nicht so gut ab, kennen doch 21 % der Befragten diese Mobilitätsform überhaupt nicht und wenn, dann nur in Gestalt der privaten Form. Bei den 65- bis unter 75-Jährigen ist es durchaus noch bekannt, jedoch führt dies nicht zu einer Nutzung. Darüber hinaus spielt es bei den meisten der älteren Personen keine Rolle, überkommene Vorstellungen über Besitz und Eigentum am Kraftfahrzeug mögen dafür der Grund sein. Erst mit einem Zurücktreten dieser tradierten Vorstellungen könnten sich Chancen für eine Nutzung ergeben.

Deutlich besser bekannt sind die Bring- und Holdienste, nur 12 % gaben an, sie nicht zu kennen. Trotzdem ist die Nutzung recht bescheiden, angesichts der damit verbundenen Möglichkeiten. Aber auch hier steht die Nutzung des eigenen Pkw dem entgegen, nur im direkten Nachbarschafts- oder Familienverhältnis ist diese Form stärker ausgeprägt. Sie dürfte in Verbindung mit dem demografischen Wandel und etwa steigenden Treibstoffpreisen an Bedeutung gewinnen. Denn bereits 2013 zeigte sich in den empirischen Erhebungen, dass die Nutzung von Bring- und Holdiensten mit zunehmendem Alter zum Teil erheblich ansteigt. Während die 65- bis unter 75-Jährigen lediglich zu 4 % diese Dienste regelmäßig nutzen, trifft dies bei den Hochbetagten auf 18 % zu, auch greifen Frauen deutlich höher auf diese Dienste zurück als Männer.

Auch für das Anruf-Linien-Taxi gilt ein ausgesprochen hoher Bekanntheitsgrad (90 % aller Befragten). Jedoch bleibt die Nutzung gering, nur rund 9 % greifen ab und an darauf zurück, in den Städten Pegnitz und Gefrees bei entsprechendem Angebot überdurchschnittlich, in den kleineren Gemeinden unter dem Durchschnitt. Auch hier gilt, dass die Nutzung mit zunehmendem Alter an Bedeutung gewinnt, ein nicht unwichtiger Aspekt in Verbindung mit Marketingaktionen zur breiteren Potenzialausschöpfung.

Der Bürgerbus wird von den befragten älteren Personen regional sehr unterschiedlich bewertet und genutzt, was daran liegt, dass etwa im Raum Pegnitz das Pegomobil als Bürgerbus bereits seit vielen Jahren erfolgreich im Einsatz ist. Der Bekanntheitsgrad ist bei 89 % der Befragten wieder ausgesprochen hoch. Der Nutzungsgrad von durchschnittlich 12 % sagt dagegen wenig aus, weil im Stadtgebiet Pegnitz die älteren Personen ihn zu 28 % als gelegentliches Verkehrsmittel nutzen. Im Raum Creußen, nachbarschaftlich ge-

legen, sind es noch 15 %, während in der Stadt Gefrees im Norden des Landkreises Bayreuth niemand damit fährt, mangels eines entsprechenden Angebotes. Ansonsten steigt die Nutzung mit dem Alter der Befragten und auch hier wiederum nutzen die Frauen diese Mobilitätsform häufiger als die Männer.

Insgesamt fällt das Ergebnis der empirischen Erhebungen unter den älteren Menschen in ländlichen Räumen keineswegs negativ in Bezug auf die Bedeutung neuer Mobilitätsformen und -technologien aus. Der zum Teil hohe Bekanntheits- und Nutzungsgrad ist erstaunlich und belegt das durchaus gegebene Potenzial. Allerdings benötigt es weitere Information, aktive Werbung und auch Fördermaßnahmen, um das Potenzial auszu-schöpfen (vgl. Abb. 6).

Abb. 6: Bedeutung ausgewählter neuer Mobilitätsformen und -technologien für ältere Menschen im Landkreis Bayreuth 2013

Neue Mobilitätsformen und -technologien	Kenntnisstand „Ist mir bekannt“	Nutzungsgrad „Nutze ich auch“
E-Bike	65%, variiert nach Geschlecht und Gemeinde	6%, höhere Anteile in Bischofsgrün und Eckersdorf
Mitfahrgemeinschaften	95%	2%, regelmäßig Frauen (21% ab und an)
Carsharing	79%	4% regelmäßig
Bring- und Holdienste	88%	8%, bei den Hochbetagten 18%
Anruf-Linien-Taxi	90%	9%, überdurchschnittlich in den Städten Pegnitz und Gefrees
Bürgerbus	89%	12% im Durchschnitt, 15% in Creußen, 28% in Pegnitz

Quelle: Eigene Erhebungen im Landkreis Bayreuth im Oktober/November 2013, (N=633)

4 Kurzes Fazit

Zieht man auf der Basis der aktuellen Untersuchungen im Landkreis Bayreuth nun ein kurzes Fazit zur Beantwortung der Frage nach den aktuellen und zukünftigen Potenzialen ausgewählter neuer Mobilitätsformen bei älteren Menschen in ländlichen Räumen Bayerns, so werden diese Mobilitätsformen bislang – mit Ausnahme des Bürgerbusses in ausgewählten Räumen und der Mitfahrgemeinschaften – in den meisten Fällen noch relativ wenig genutzt. Bei besserer, breit gestreuter Information würden sich weitere Potenziale eröffnen, insbesondere im Hinblick auf die mobilere und mit modernen Verkehrsmitteln erfahrene Altersgruppe der 65- bis unter 75-Jährigen. Die Informationen sollten nicht nur den Kenntnisstand verbessern, sondern anhand praktischer Erfahrungsmöglichkeiten die Zurückhaltung gegenüber einer konkreten Anwendung aufbrechen. Die Nutzung der E-Bikes ist dafür ein gutes Beispiel. Als Teil des wachsenden Trends zum Radfahren ist durch die Vorführung der Räder, durch die zunehmende Zahl

an Anbietern sowie durch Erfahrungen im Urlaub die reservierte Haltung gerade bei älteren Menschen in den ländlichen Räumen deutlich zurückgegangen. Auffällig ist dabei, dass Frauen die „neuen“ Verkehrsmittel häufiger nutzen als Männer. Auch dies dürfte sich im Rahmen des demografischen Wandels noch verstärken.

Hierzu können die Ergebnisse der Studie des ADAC als Vergleich herangezogen werden. Dort wird festgestellt, dass zwar „die Abhängigkeit von anderen Mobilitätsoptionen neben dem eigenen PKW oder dem Fahrrad mit zunehmendem Alter wächst, die derzeitigen Optionen im ländlichen Raum – wie Rufbusse, Carsharing oder Elektrofahrzeuge – bisher keine ernsthafte Alternative darstellen“ (Gipp/Nienaber/Schiffhorst 2014: 58). Die Studie setzt vielmehr auf eine stärkere Etablierung von Mitfahrgelegenheiten. Dies bedeutet, dass sich die bayerischen Fallstudien in die Ergebnisse der bundesweiten Erhebung einfügen.

Literatur

- Bayerisches Landesamt für Statistik (2015): Regionalisierte Bevölkerungsvorausberechnung für Bayern bis 2034. Demographisches Profil für den Regierungsbezirk Oberfranken. München. = Beiträge zur Statistik Bayerns 547.
- Beck, R.; Bschrirer, M.; Schroth, C. (1998): Evaluation des Altenhilfe-Konzeptes des Landkreises Bayreuth – unter Einbeziehung der Ermittlung neuer Bedarfssituationen. Bayreuth. = Arbeitsmaterialien zur Raumordnung und Raumplanung 185.
- Gipp, C.; Nienaber, P.; Schiffhorst, G. (2014): Mobilitätsoptionen Älterer im ländlichen Raum. Ergebnisbericht IGES Institut GmbH im Auftrag des ADAC. Berlin.
- Holz-Rau, C. (2006): Immer mehr und gleichzeitig weniger! Über die Chancen zur Teilhabe. In: Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis 15 (3), 38-47.
- Intraplan Consult (2010): Verkehrsprognose 2025 als Grundlage für den Gesamtverkehrsplan Bayern. Abschlussbericht. München.
- Koppers, L.; Neuer, M.; Scholz, R.; Franz, B. (2011), Seniorenpolitisches Gesamtkonzept im Landkreis Tirschenreuth. Tirschenreuth.
- Kreibich, R. (2005): Mobilität älterer Menschen im Verkehr. Zur zukünftigen Entwicklung von Verkehrssystemen und Verkehrstechniken. Berlin. = Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, Arbeitsbericht 18/2005.
- Landratsamt Freising (2012): Seniorenpolitisches Gesamtkonzept – Handlungsfeld Mobilität. Freising.
- MVV – Münchner Verkehrs- und Tarifverbund (2012): Verbundbericht 2011. München.
- Regierung der Oberpfalz (2011): Demographischer Wandel in der Oberpfalz. Regensburg.
- Stiewe, M. (2010): Älter werden, mobil bleiben – Mobilitätsverhalten älterer Menschen. In: mobilologisch! Zeitschrift für Ökologie, Politik & Bewegung 31 (3), 44-48.
- Wilde, M. (2014): Verkehrspolitik im Zeichen des demografischen Wandels. In: Raumplanung 174 (3/4), 61-64.

Autor

Prof. (em.) Dr. **Jörg Maier**, Bayreuth

Jürgen Weber

Elektromobilität als Impulsgeber für ländliche Räume – Erste Erfahrungen aus dem südbayerischen Automobilcluster und dem Modellprojekt Elektromobilität im Bayerischen Wald (E-Wald)

Gliederung

- 1 Problemaufriss
- 2 Elektroautomobile und ländliche Räume
 - 2.1 Elektromobilität – eine komplexe technologische Neuerung?
 - 2.2 Produktionskomplexe in der Automobilwirtschaft: Hoffnung auf räumliche Dekonzentration der Fertigung durch Elektrifizierung des Autos?
 - 2.3 Zur räumlichen Ausbreitung und Diffusion von Elektroautos unter besonderer Berücksichtigung ländlicher Räume
- 3 Das technologiepolitische Modellprojekt E-Wald
 - 3.1 Ausgangslage
 - 3.2 Zielsetzung und Gesamtstruktur
 - 3.3 Zum Stand der Teilprojekte
- 4 Impulse für eine nachhaltige Raumentwicklung durch Elektromobilität?
- 5 Handlungsempfehlungen an die Technologie- und Verkehrspolitik aus regionaler Perspektive

Literatur

Kurzfassung

Seit 2009 ist es verkehrs- und technologiepolitisches Ziel, Deutschland zu einem Leitmarkt für Elektromobilität zu entwickeln. Bei der Umsetzung dieses Zieles setzen Bund und Länder in erster Linie auf Metropolregionen und Verdichtungsräume. Der vorliegende Beitrag legt dagegen den Fokus auf die Entwicklung der Elektromobilität in ländlichen, insbesondere strukturschwachen Räumen und fordert einen räumlich ausgewogenen Ausbau. Zwei Fragestellungen stehen dabei im Mittelpunkt. Erstens: Können strukturschwache ländliche Räume auf Entwicklungsimpulse durch eine räumliche Dekonzentration der Automobilherstellung hoffen? Zweitens: Ist Elektromobilität in strukturschwachen ländlichen Räumen machbar und welche Hemmnisse, aber auch Chancen bieten diese? Diese Fragen werden anhand der südbayerischen Cluster der Automobilherstellung und des bayerischen Modellprojekts „Elektromobilität im Bayerischen Wald (E-Wald)“ untersucht. Abschließend werden im Sinne einer Politikberatung Empfehlungen zur Fortschreibung der Elektromobilitätsstrategie des Bundes ausgesprochen.

Schlüsselwörter

Verkehrs- und Technologiepolitik – Elektromobilität – Automobilindustrie – Entwicklung ländlicher Räume – Modellprojekt Elektromobilität – Bayerischer Wald

Electromobility and the development of rural areas, using case studies from the southern Bavarian cluster of automotive industry and the Bavarian Forest (e-mobility project)

Abstract

Since 2009 Germany has followed the traffic and technology policy goal of developing into a leading market for electromobility. In implementing this goal the emphasis of federal and state governments is on the metropolitan areas and urban communities. In contrast, this paper focuses on the development of electromobility in rural areas and calls for spatially balanced development. Two issues are central. Firstly: Can rural areas profit from a spatial de-concentration of automobile manufacturing? Secondly: Is electromobility in rural areas feasible and what are the related obstacles and opportunities? The empirical relevance of the deductions is based on case studies (southern Bavarian cluster of automobile production and the project “e-mobility in the Bavarian Forest”). Finally, recommendations are made so that German electromobility policy may better achieve its goals.

Keywords

Traffic and technology policy – electromobility – automotive industry – development of rural areas – project “e-mobility” – Bavarian Forest

1 Problemaufriss

Trotz einer spürbaren Absatzbelebung von reinen Elektrofahrzeugen bzw. Hybridfahrzeugen im vergangenen Jahr ist das batteriebetriebene Kraftfahrzeug nach wie vor in der Nische. Nach dem Bestandsbarometer des Kraftfahrt-Bundesamts waren zum 1. Januar 2016 nur 25.502 reine Elektro-Pkw und 130.365 Pkw mit Hybridantrieb zugelassen (vgl. KBA 2016-1).¹ Der Gesamtbestand betrug zu diesem Zeitpunkt in der Bundesrepublik Deutschland 45.069.527 Pkw. Im Januar 2016 gab es 218.385 Pkw-Neuzulassungen, darunter 477 reine Elektro-Pkw (0,2% der Neuzulassungen) und 2.814 Pkw mit Hybridantrieb (1,3% der Neuzulassungen) (Kraftfahrzeug-Bundesamt 2016: 5). Obwohl sich batteriebetriebene Personenkraftwagen nach wie vor nur schleppend verkaufen, hat die Elektromobilität in der Politik einen hohen Stellenwert. Euphorisch spricht die Bundesregierung davon, dass sich „nach mehr als 100 Jahren Entwicklungsgeschichte des Verbrennungsmotors im Straßenverkehr [...] eine technologische Zeitenwende im Verkehrsbereich an[deutet]“ (Bundesregierung 2009: 2). Die Elektromobilität gilt als wesentlicher Aktionsparameter, um das Verkehrssystem mit den Zielen des Immissions- und Klimaschutzes sowie der Energiewende in Einklang zu bringen. Neben der CO₂-Minderung wird dabei insbesondere auf den Ressourcenschutz sowie die Verringerung von Feinstaub- und Lärmemissionen verwiesen. Ziel der Bundesregierung ist, sich bis 2020 zu einem Leitanbieter und Deutschland zu einem Leitmarkt für

¹ Vgl. http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Ueberblick/2016_b_barometer.html?nn=11333288 (16.06.2016).

Elektromobilität zu entwickeln (Bundesregierung 2009). Bis zum Jahr 2020 sollen mindestens eine Million Elektrofahrzeuge auf deutschen Straßen fahren. In einer neuen Studie kommt das Fraunhofer ISI (Nationale Plattform Elektromobilität 2013: 3) zu dem Ergebnis, dass unter optimistischen Annahmen bis 2020 eine Million Fahrzeuge mit Elektroantrieb fahren können – auch ohne Förderung („pro-ev-Szenario“). Selbst unter ungünstigen Rahmenbedingungen soll nach dieser Studie ein Zuwachs auf 150.000 bis 200.000 Elektrofahrzeuge möglich sein.

Ogleich anfangs nur zögerlich, steht die deutsche Automobilindustrie zwischenzeitlich voll hinter den politischen Zielen zum Ausbau der Elektromobilität. Nach den Ausführungen des Verbandes der Automobilindustrie² treibt sie die Entwicklung der Elektromobilität engagiert voran. Gemeinsam mit den anderen Mitgliedern der Nationalen Plattform Elektromobilität setzt die deutsche Automobilindustrie auf einen systematischen, marktorientierten und technologieoffenen Ansatz.

Fräglich erscheint allerdings, ob die vom Bund und von der Automobilindustrie eingeschlagenen Strategien erfolversprechend sind bzw. ob sie günstige Rahmenbedingungen hervorbringen, die für die Erreichung der ambitionierten Ziele erforderlich sind. Unter räumlicher Perspektive fällt etwa auf, dass sowohl der Nationale Entwicklungsplan Elektromobilität (Bundesregierung 2009) als auch die Modellregionen und das „Schaufenster Elektromobilität“³ in erster Linie auf Verdichtungsräume und deren Anbindung untereinander oder auf Räume mit Verdichtungsansätzen setzen und offensichtlich ein nur geringes Potenzial für Elektromobilität in ländlichen Räumen sehen. So heißt es etwa im Zusammenhang mit oben genannten Ausbauzielen im Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität (Bundesregierung 2009: 46): „Die Bundesregierung strebt daher das Ziel an, dass [...] wichtige Ballungsgebiete über eine flächendeckende Ladeinfrastruktur verfügen“. Bis heute setzt die Bundesregierung auf einen Einsatz zuallererst in Verdichtungsräumen. So findet sich auf der Website des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur nach wie vor das Ziel, dass bis in 40 Jahren der städtische Verkehr so gut wie auf fossile Brennstoffe verzichten kann.⁴ Zu ländlichen Räumen fehlen entsprechende detaillierte Zielkorridore. Auch die in einigen Ländern initiierten ergänzenden Modellprojekte tragen den spezifischen Bedingungen ländlicher Räume nur teilweise Rechnung. So werden zwar alle drei bayerischen Modellprojekte (mehr oder weniger zufällig) in ländlichen Räumen durchgeführt. Die Standortauswahl wurde dabei aber nach technologiepolitischen Gesichtspunkten vorgenommen, regionalpolitische Belange waren allenfalls nur zweitrangig. Hinzu kommt, dass auch die deutsche Automobilindustrie die Hauptkundschaft von Fahrzeugen mit Elektroantrieb vor allem in großen Städten sieht und Modelle auflegt, die nicht zuletzt aufgrund der limitierten Reichweite von Elektroautos schwerpunktmäßig den Bedürfnissen der Kurzstreckenmobilität in Städten entgegenkommen.

Der vorliegende Beitrag möchte eine Lanze für den Einsatz von Fahrzeugen mit Elektroantrieb in strukturschwachen ländlichen Räumen brechen. Die Studie untersucht den Zusammenhang zwischen Elektromobilität und der Entwicklung ländlicher Räume. Dabei wird insbesondere den Fragen nachgegangen, welche raumbedeutsamen Änderungen sich für die Produktionskomplexe der Automobilindustrie aus der Fertigung von

² Vgl. <https://www.vda.de/de/themen/innovation-und-technik/elektromobilitaet/elektromobilitaet-fahrzeugangebot-der-hersteller-und-ausblick-NPE.html> (16.06.2016).

³ Vgl. <http://schaufenster-elektromobilitaet.org/de/content/index.html> (16.06.2016).

⁴ Vgl. http://www.bmvi.de/DE/VerkehrUndMobilitaet/DigitalUndMobil/Elektromobilitaet/elektromobilitaet_node.html (12.07.2016).

Elektroautos ergeben und welche Wirkungen insbesondere für strukturschwache ländliche Räume aus der Diffusion des Elektroautos zu erwarten sind. Erste empirische Befunde aus dem südbayerischen Automobilcluster und dem Projekt E-Wald veranschaulichen die Zusammenhänge. Aus den gewonnenen Erkenntnissen sollen dann Ansatzpunkte für eine nachhaltige Raumentwicklung ländlicher Räume und Handlungsempfehlungen für die Technologie- und Verkehrspolitik abgeleitet werden.

2 Elektroautomobile und ländliche Räume

2.1 Elektromobilität – eine komplexe technologische Neuerung?

Der Begriff der Elektromobilität wird entsprechend dem Nationalen Entwicklungsplan (Bundesregierung 2009: 6) auf den Straßenverkehr bezogen. Weiter heißt es dort, dass „es sich hierbei insbesondere um Personenkraftwagen (Pkw) und leichte Nutzfahrzeuge [handelt], ebenso werden aber auch Zweiräder (Elektroroller, Elektrofahräder) und Leichtfahrzeuge einbezogen. Die Strategie zur Elektromobilität kann auch Stadtbusse und andere Fahrzeuge umfassen. Kurz- und mittelfristig bieten auch Hybridkonzepte CO₂- und Energieeinsparpotentiale, die nicht zu vernachlässigen sind“ (Bundesregierung 2009: 6).

Auch wenn der Elektroantrieb bei Kraftwagen bereits vor mehr als 100 Jahren erfunden wurde, ist die Elektromobilität – bezogen auf die Herstellung von Pkw – eine tiefgreifende, komplexe technologische Innovation, weil die Produktion von Elektro-Pkw seit den 1920er Jahren zunehmend aus dem Blick geraten ist und zudem eine Vielzahl von komplexen, aufeinander abzustimmenden Teilsystemen des Pkw betroffen ist. Sie trifft weite Bereiche des Fahrzeugbaus und angrenzender Wirtschaftsbereiche der Wertschöpfungskette in besonderer Weise. Wie bei anderen technologischen Innovationen mit entsprechender Tragweite ändern sich bei der Einführung der Elektromobilität Handlungsorientierungen involvierter Akteure. Es werden Prozesse sozioökonomischen und institutionellen Wandels angestoßen (Werle 2005; Dolata/Werle 2007), die letztlich auch zur Veränderung von Produktions- und Nutzungsmustern führen. Nach Dolata (2008) lässt sich technikorientierter sozialer Wandel auf der Mesoebene im Wesentlichen aus dem Zusammenspiel der beiden Variablen „sektorale Eingriffstiefe“ und „sektorale Adaptionsfähigkeit“ analysieren. Die sektorale Eingriffstiefe entfaltet unterschiedlichen sektoralen Anpassungs- und Veränderungsdruck. So ist beispielsweise der durch die Elektromobilität ausgelöste sektorale Veränderungs- und Anpassungsdruck in der Pkw-Industrie ungleich höher als etwa bei den Herstellern schwerer Lastkraftwagen, Zugmaschinen oder Baumaschinenfahrzeugen. Im Wirtschaftszweig der Pkw-Industrie besteht hoher Anpassungs- und Veränderungsdruck für die Industriegruppen des gesamten Produktionsverbunds entlang der Wertschöpfungskette bis zur Marktbedienung. Ausgehend von den Rohstofflieferanten für Lithium-Ionen-Batterien betrifft dies insbesondere die Komponentenhersteller des Antriebsstranges (Batterie, Elektromotor, Getriebe), den Karosseriebau (Leichtbau) und Anbieter von Energiemanagementsystemen des Autos. Darüber hinaus umfasst dies auch die Herstellung, den Aufbau und Betrieb neuer Infrastrukturen (z.B. Ladestationen mit entsprechender Informations- und Kommunikationstechnologieausstattung) sowie die Entwicklung spezifischer Bedienformen und Geschäftsmodelle (z.B. Carsharing-Angebote). Nicht zuletzt sind davon auch Unternehmen betroffen, die sich mit der Energieversorgung und dem intelligenten Management des Stromnetzes befassen bzw. den Ausbau erneuerbarer Energien im deutschen Strommix unterstützen (vgl. Bundesregierung 2009: 9 f.).

Der durch die Elektromobilität ausgelöste Anpassungs- und Veränderungsdruck trifft auf eine unterschiedlich ausgeprägte Adaptionfähigkeit der betroffenen Wirtschaftsgruppen. Objektiv gesehen wächst die Adaptionfähigkeit mit der Kapitalausstattung, der Verfügbarkeit von Risikokapital und der Einbindung in einschlägige Technologiecluster und Netzwerke, in Bayern etwa im Automotive Cluster oder regional in Oberfranken in „ofracar“ bzw. in Niederbayern im Leichtbauc Cluster der Hochschule Landshut. Subjektiv kommt es auch darauf an, dass sich die Unternehmensleitungen ebenso wie die Arbeitnehmerschaft schnell auf Neues einstellen. Speziell in der Automobilzulieferindustrie ist die Adaptionfähigkeit durchweg hoch, da sowohl die großen Systemzulieferer als auch die kleinen und mittleren Hersteller einzelner Bauteile seit vielen Jahren gewohnt sind, sich rasch ändernden Vorgaben der Automobilhersteller flexibel anzupassen.

Aus der generellen Analyse technikorientierten Wandels ist bekannt, dass das Zusammenspiel unterschiedlichen Anpassungs- und Veränderungsdrucks und verschiedenartiger Verarbeitungskapazität differenzierte Transformationsmuster mit unterschiedlichen Transformationsgeschwindigkeiten zur Folge hat (Dolata 2008: 54 ff.). Typisch für technikorientierten Wandel sind Phasen der Diskontinuität oder Stagnation, aber auch Phasen des raschen Umbruchs und großer Transformationsfortschritte. Dies liegt daran, dass sich weder die Innovationsdynamik noch die dadurch ausgelöste Änderung struktureller und institutioneller Gegebenheiten in gleichmäßigen Schritten vollzieht. Dies kann auch für die technologische Neuerung der Elektromobilität angenommen werden. Es ist davon auszugehen, dass die Verbreitung von Elektromobilen dann sprunghaft ansteigen wird, wenn etwa eine neue, leistungsfähigere Batterietechnik zu bezahlbaren Preisen zur Verfügung steht, die Reichweiten der Elektrofahrzeuge damit ansteigen und die Ladeinfrastruktur in ausreichendem Maße in der Fläche und entlang wichtiger Verkehrsachsen ausgebaut ist. Auch die Überwindung von Vorurteilen gegenüber Carsharing-Geschäftsmodellen kann dazu beitragen, dass die Verbreitung der Elektromobilität rasch zunimmt.

2.2 Produktionskomplexe in der Automobilwirtschaft: Hoffnung auf räumliche Dekonzentration der Fertigung durch Elektrifizierung des Autos?

Vereinfacht ausgedrückt, haben sich als Ergebnis der Wechselwirkung zwischen Raumüberwindungskosten und Agglomerationsvorteilen in der Automobilindustrie große räumliche Produktionskomplexe herausgebildet. Diese sind durch eine hohe Konzentration von Unternehmen mit großen Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen, Produktionswerken und Komponentenherstellern der Automobilindustrie gekennzeichnet. Größter Automobilcluster in der Bundesrepublik Deutschland ist der Großraum Stuttgart mit über 130.000 Beschäftigten (Friedrich-Ebert-Stiftung 2010: 21), wobei dort zusätzlich eine starke Ausrichtung auf die Verbrennungstechnologie hinzukommt. Auch im Freistaat Bayern hat die Automobilbranche mit über 180.000 Beschäftigten im Jahr 2013 (StMWi 2014: 68) eine hohe Bedeutung. Knapp ein Drittel aller Umsätze des Verarbeitenden Gewerbes in Bayern werden von der Automobilbranche erzielt. Räumliche Schwerpunkte der bayerischen Automobilbranche sind Oberbayern mit großen Fertigungsstandorten in München (BMW Group, MAN) und Ingolstadt (Audi) mit insgesamt über 86.000 Beschäftigten, Niederbayern mit den Fertigungsstandorten in Dingolfing und Landshut (jeweils BMW Group) sowie Passau (ZF) mit insgesamt über 31.000 Beschäftigten und die Oberpfalz mit den Fertigungsstandorten in Regensburg und Wackersdorf (jeweils BMW Group, 2013 rund 15.000 Beschäftigte). Die Zulieferstrukturen sind weitverzweigt, was dazu führt, dass auch in Unterfranken (2013 knapp 18.000 Beschäftigte), Schwaben (2013 rund 14.000 Beschäftigte) und Mittelfranken (2013 rund

10.500 Beschäftigte) die Automobilzulieferindustrie in einer Vielzahl von Standorten strukturbestimmend ist. Dies gilt auch für Industriestandorte in strukturschwachen ländlichen Räumen. Lediglich in Oberfranken hat die Automobilbranche eine etwas geringere Ausprägung (2013 knapp 4.000 Beschäftigte). Zu berücksichtigen ist dabei allerdings, dass der tatsächliche Stellenwert der Automobilbranche für den Wirtschaftsstandort Bayern wahrscheinlich noch höher ist, weil viele Unternehmen, die als Zulieferer der namhaften Automobilhersteller tätig sind, in der amtlichen Statistik zu anderen Branchen gezählt werden, insbesondere zur Metallindustrie, zum Maschinenbau, zur Elektrotechnik oder zur Textilindustrie.

Nach der genannten Studie der Friedrich-Ebert-Stiftung (2010: 30 f.) werden sich mit der Einführung der Elektromobilität aus folgenden Entwicklungen Auswirkungen auf die Produktionsstandorte ableiten:

- Beschleunigung des Trends zur modularen Bauweise; dabei tendieren die Automobilhersteller unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen eher dazu, die Produktionsprozesse des Antriebsstrangs selbst zu integrieren und nicht auf geeignete Zulieferer auszulagern.
- Ausweitung der Beschaffungsreichweiten, insbesondere auch Verlagerung von Komponenten in Niedriglohnstandorte; zu beachten ist dabei unter anderem, dass die Fertigung von Elektromotoren technologisch weit weniger anspruchsvoll ist als die von Verbrennungsmotoren; auch die Batterieherstellung erfolgt heute schon vielfach in Schwellenländern.
- Verstärkte Übertragung von Forschungs- und Entwicklungsleistungen auf Zulieferer nicht zuletzt als Folge der Herausforderung, auf verschiedenen Feldern der Antriebstechnologie präsent zu sein, gleichzeitig aber die Herstellungskosten weiter zu senken.

Als Folge der aufgezeigten Entwicklungstrends sieht die Studie der Friedrich-Ebert-Stiftung (2010: 31 f.) im Wesentlichen drei Phasen der Elektrifizierung des Automobils:

- In einer ersten Phase wird sich die Antriebsvielfalt erhöhen, und es erscheint plausibel, dass hieraus (geringe) positive Beschäftigungseffekte resultieren (WM/WRS/IAO 2010). Die räumlichen Produktionscluster dürften in dieser Phase weitgehend erhalten bleiben, weil die Automobilhersteller den Antriebsstrang als wichtiges Element der Produktdifferenzierung ansehen und diesen tendenziell eher in Eigenfertigung produzieren. Für die Bereitstellung einzelner Bauteile des Antriebsstrangs stehen leistungsfähige Zulieferer bereit. Die Automobilindustrie dürfte kaum das Risiko eingehen, bei der Einführung der neuen Technologie der Elektromobilität auf bewährte Zulieferbetriebe zu verzichten. Nur bei vergleichsweise wenigen Industriegruppen der Wertschöpfungskette, wie der Ladesäulenherstellung, der Energieversorgung und den Anbietern von Informations- und Kommunikationstechnologien, werden Chancen für eine Fertigung außerhalb der etablierten Produktionscluster gesehen.
- In der zweiten Phase der Konvergenz verliert der Verbrennungsmotor nach und nach an Bedeutung zugunsten der Elektrifizierung des Antriebsstrangs. Auch in dieser Phase ist nicht mit einer raschen Auflösung der bestehenden Produktionscluster zu rechnen, da die Zulieferer genügend Zeit hatten, sich entsprechendes Know-how anzueignen bzw. zuzukaufen. Trotzdem könnte es in dieser Phase erste Beschäftigungsreduzierungen geben, da der elektrifizierte Antriebsstrang im Vergleich zur

herkömmlichen Verbrennungstechnologie mit weit weniger Fertigungsteilen auskommt.

- Langfristig könnte eine dritte Phase folgen, die durch eine Dominanz von Elektrofahrzeugen geprägt ist. In dieser Phase besteht angesichts der vereinfachten Fertigung eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass unter gegebenen Rahmenbedingungen räumlich konzentrierte Produktionskomplexe in Hochlohnländern aufgebrochen werden und eine nennenswerte räumliche Dezentralisierung der Automobilproduktion einsetzt. Dabei kann auch eine Verschiebung der internationalen Absatzschwerpunkte vor allem nach Asien und in BRIC-Staaten⁵ beschleunigend wirken. Allerdings ist dem entgegenzuhalten, dass bis dahin weitere alternative und technisch anspruchsvolle Antriebskonzepte, wie etwa die Brennstoffzelle, zur Verfügung stehen könnten, sodass die Automobilproduktion nicht zwangsläufig eine Vereinfachung erfahren würde. Der dann erforderliche hohe Technologieeinsatz würde eher für eine Persistenz räumlicher Produktionskomplexe auch in Hochlohnländern sprechen.

Wie in der ersten Phase beschrieben, führt die Einführung der Fertigung elektrifizierter Antriebsstränge in den Produktionskomplexen Ober- und Niederbayerns bereits jetzt zu ersten Veränderungen. An den Standorten ihrer Motoren- und Montagewerke sind die Automobilhersteller gerade dabei, Fertigungsstraßen für die Herstellung und den Einbau von Elektromotoren einzurichten. Dabei greifen die Automobilhersteller meist auf Personal zurück, das in anderen Unternehmensteilen aufgrund von Rationalisierungen oder der Auslagerung von Vorfertigungen auf Zulieferer frei geworden ist; nur in geringem Umfang kommt es derzeit zu Neueinstellungen.

Unter dem Blickwinkel der nachhaltigen Raumentwicklung ist ferner interessant, dass die in Ober- und Niederbayern ansässigen Automobilhersteller und ihre Zulieferer aktuell hohe zusätzliche Flächenbedarfe äußern. Ursache dafür sind neben dem Aufbau der Elektromotorenfertigungen Kapazitätserweiterungen in den Montagewerken, der Ausbau von Lager- und Logistikaktivitäten und die fortschreitende Auslagerung der Vorproduktfertigung an weitere Zulieferer. Die Forderungen der Automobilhersteller nach zusätzlichen Industrie- und Logistikflächen betreffen insbesondere das engere Umfeld der Montagewerke, darüber hinaus auch außerhalb davon verkehrsgünstig gelegene Standorte, um den gestiegenen Flächenanforderungen der Ersatzteillogistik infolge zunehmender Typenvielfalt Rechnung zu tragen. Der zusätzliche Flächenbedarf trifft in Südbayern auf einen sehr angespannten Bodenmarkt: Brachliegende Industrieflächen stehen kaum zur Verfügung und bei der Landwirtschaft ist aufgrund der gegenwärtigen makroökonomischen Rahmensituation und der günstigen Marktverhältnisse für Energiepflanzen und Nahrungsmittel die Bereitschaft, Flächen in größerem Umfang für industrielle Zwecke abzugeben, gering. In Niederbayern und der Oberpfalz können die zusätzlichen Flächenbedarfe im 100- bis 200-km-Einzugsbereich der Fertigungswerke der Automobilhersteller zurzeit gerade noch gedeckt werden, in Oberbayern kaum noch. Bei einem anhaltenden Flächenbedarf seitens der Automobilhersteller müsste auf die strukturschwächeren Räume etwa im östlichen Niederbayern oder in der nördlichen Oberpfalz ausgewichen werden.

⁵ Brasilien, Russland, Indien, China.

Einen weiteren Ansatzpunkt für eine räumliche Dekonzentration im Zuge der Einführung der Elektromobilität stellt die Ladesäulenproduktion dar. Aufbauend auf der langjährigen Tradition in der Metallverarbeitung und im Gehäuse- und Apparatebau haben sich etwa im Bayerischen Wald mittlerweile mehrere Unternehmen auf die Herstellung von Ladesäulen spezialisiert. Davon arbeiten zwei dieser Unternehmen in dem unten beschriebenen Projekt E-Wald mit.

2.3 Zur räumlichen Ausbreitung und Diffusion von Elektroautos unter besonderer Berücksichtigung ländlicher Räume

Das in Kapitel 2.1 dargelegte einfache Modell zur Erläuterung und Erklärung technologisch induzierten sektoralen Wandels eignet sich auch für die Darstellung der räumlichen Ausbreitung und Diffusion der Elektromobilität. Verbindliche Vorgaben zur Verringerung des CO₂-Ausstoßes oder zur Ressourceneffizienz verstärken generell den Anpassungs- und Veränderungsdruck zur Einführung der Elektromobilität. Räumlich selektiv wirken verbindliche Vorgaben zur Reduzierung von Feinstaub- und Lärmbelastungen. Dies betrifft vor allem die Kernstädte von Verdichtungsräumen, aber auch mittlere und kleinere Städte mit ihren Innenbereichen stehen häufig vor ähnlichen Problemen. Hinzuzufügen ist ferner, dass auch Anreize, etwa des Gesetzgebers, den Anpassungs- und Veränderungsdruck in räumlich unterschiedlicher Weise beeinflussen können. Räumlich unterschiedliche Wirkungen können sich etwa aus dem 2015 neugefassten Elektromobilitätsgesetz (EmoG) und hier insbesondere aus den sogenannten Bevorrechtungen gemäß § 3 EmoG ergeben.

Auch bei der Adaptionfähigkeit, die die Aufnahmebereitschaft und Verarbeitungskapazität betrifft, gibt es im Hinblick auf die Diffusion der Elektromobilität im Raum graduelle Unterschiede. Eine Adaptionfähigkeit zugunsten der Elektromobilität ist nicht nur – wie im Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität (Bundesregierung 2009) unterstellt – in Verdichtungsräumen vorhanden, sondern grundsätzlich auch in ländlichen Gebieten. Erste Erfahrungen zur Elektromobilität wurden in den 1990er Jahren auf der Insel Rügen gesammelt, später auch im Allgäu (aufbauend auf einem INTERREG-Projekt) und nach 2010 auch in anderen Demonstrationsvorhaben in Baden-Württemberg oder in Nordhessen (vgl. Klein 2013). Wichtige Ergebnisse lieferte auch das Industrieprojekt „MINI-E“ mit den Projektpartnern BMW Group, Centrum für Marktforschung der Universität Passau und Technische Hochschule Deggen-dorf/Technologiecampus Freyung (2013), das von 2011 bis 2013 lief und im ländlichen, dünn besiedelten Bayerischen Wald unter schwierigen topographischen und klimatischen Bedingungen durchgeführt wurde. Dabei waren 72 % der Nutzer der im Flottenbetrieb eingesetzten und in ihrer Reichweite auf 100 km bis 140 km begrenzten MINI-E-Fahrzeuge der Auffassung, dass selbst bei kaltem Wetter die Reichweite ausreichend für den Alltagsgebrauch wäre. Zudem gaben alle Nutzer an, dass der Umgang mit E-Autos leicht zu erlernen wäre. Immerhin 61 % der Nutzer vertraten die Meinung, dass sich der Umgang mit den E-Autos ähnlich flexibel wie mit konventionellen Fahrzeugen gestalten lässt. Allerdings stellten 36 % der Nutzer der MINI-E-Fahrzeuge fest, dass die Nutzung hinsichtlich der Streckenplanung und Ladezeiten herausfordernd sei, während bei Vergleichsuntersuchungen in München dies nur 20 % und in Berlin 12 % angaben (Hribek/Vilimek 2013).

Räumliche Unterschiede in der Adaptionfähigkeit sind auch bei der Implementierung komplexer Mobilitätskonzepte zu erwarten. Dies betrifft etwa den Einsatz von Carsharing-Modellen, die aufgrund von Agglomerationsvorteilen, einer höheren Bedeutung der Kurzstreckenmobilität und nicht zuletzt eines in der Regel gut ausgebauten ÖPNV in Verdichtungsräumen auf eine höhere Nachfrage und damit wirtschaftliche Akzeptanz stoßen. Umgekehrt könnte in strukturschwachen ländlichen Gebieten die Durchsetzung der Elektromobilität eher gelingen, weil hier der Widerstand, der von einem funktionsfähigen ÖPNV ausgeht, weit geringer ist. Außerdem erscheint die Integration der Elektromobilität in das Stromnetz (Stabilisierung der Netze, Unterstützung der Energiewende) aufgrund verfügbarer Ressourcen (z.B. private Garagen mit Stromanschluss oder Standorte für öffentlich zugängliche Ladestationen, oft kombiniert mit Anlagen zur Erzeugung regenerativer Energien) leichter möglich. Im Übrigen dürften frühe Adaptoren, die sich als Vorreiter sehen und die Nutzung der Elektromobilität vorantreiben, sowohl in Verdichtungsräumen wie auch in ländlichen Räumen vorhanden sein.

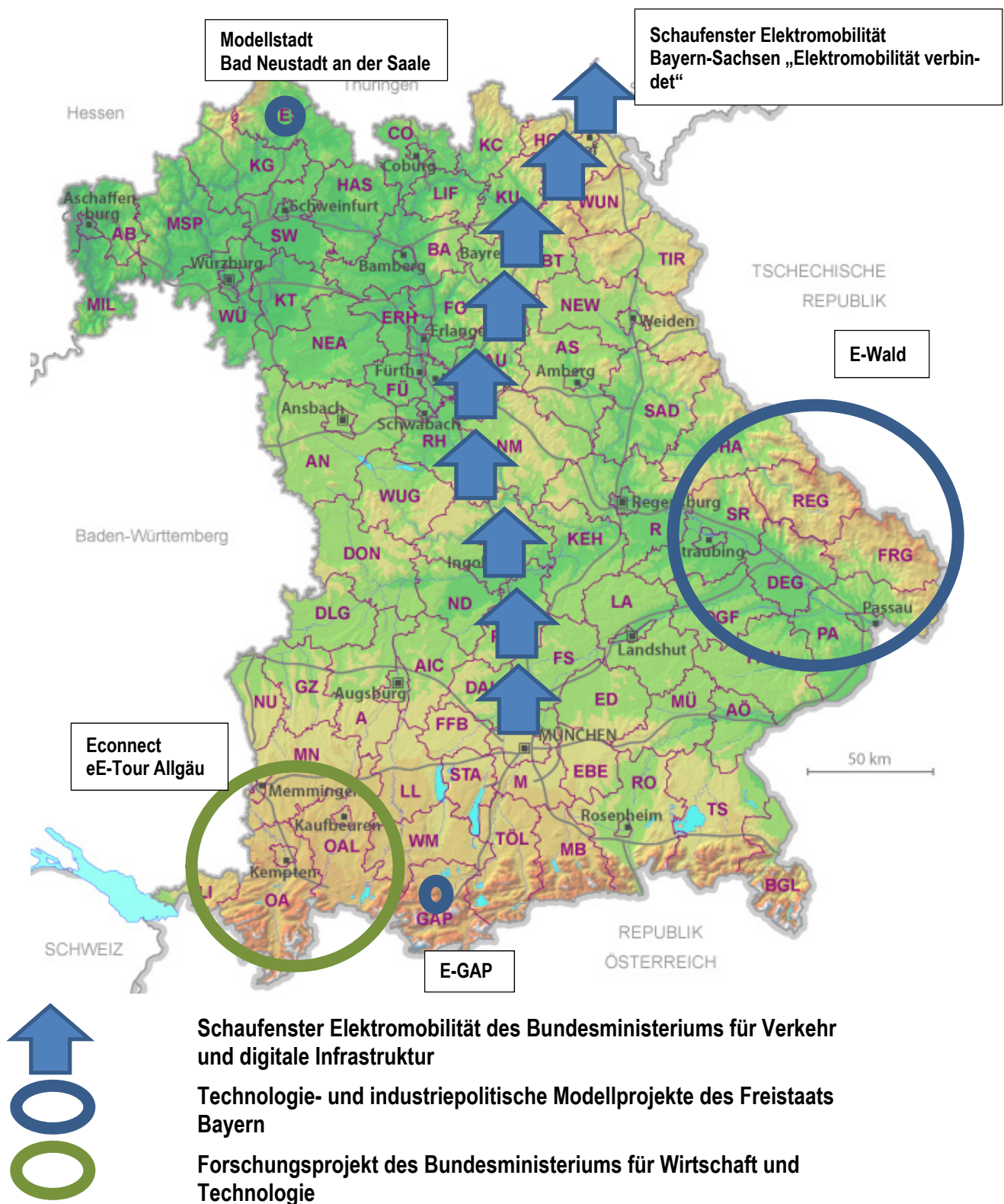
Insgesamt kommen die Ausführungen zu dem Ergebnis, dass Elektromobilität auch in ländlichen Räumen Chancen hat.

3 Das technologiepolitische Modellprojekt E-Wald

3.1 Ausgangslage

Bei dem Projekt E-Wald handelt es sich um ein industrie- und technologiepolitisches Modellprojekt des Freistaates Bayern im Rahmen der Zukunftsoffensive Elektromobilität, die 2008 von der Bayerischen Staatsregierung beschlossen worden ist. Zur Konkretisierung der Zukunftsoffensive Elektromobilität und um den Automobilstandort Bayern zu stärken, hat das Bayerische Kabinett in seinen Sitzungen am 7. und 27. Juli sowie am 12. Oktober 2010 Grundsatzbeschlüsse zur Entwicklung von Modellprojekten zur Elektromobilität (Bayerische Staatskanzlei 2010) gefasst. Im Einzelnen wurden drei Modellregionen eingerichtet, und zwar Garmisch-Partenkirchen (e-GAP), die Modellstadt Elektromobilität Bad Neustadt an der Saale sowie das Projekt E-Wald im Bayerischen Wald (vgl. Abb. 1). Diese Initiativen des Freistaats Bayern zur Elektromobilität ergänzen entsprechende Aktivitäten des Bundes. Für die Modellregionen im Freistaat Bayern wurden 2010 insgesamt rund 35 Mio. Euro seitens des Staates an Fördermitteln zur Verfügung gestellt, darunter für das E-Wald-Projekt knapp 20 Mio. Euro. Darüber hinaus beteiligen sich auch die berührten Kommunen am E-Wald-Projekt.

Abb. 1: Ausgewählte Modellprojekte Elektromobilität in Bayern



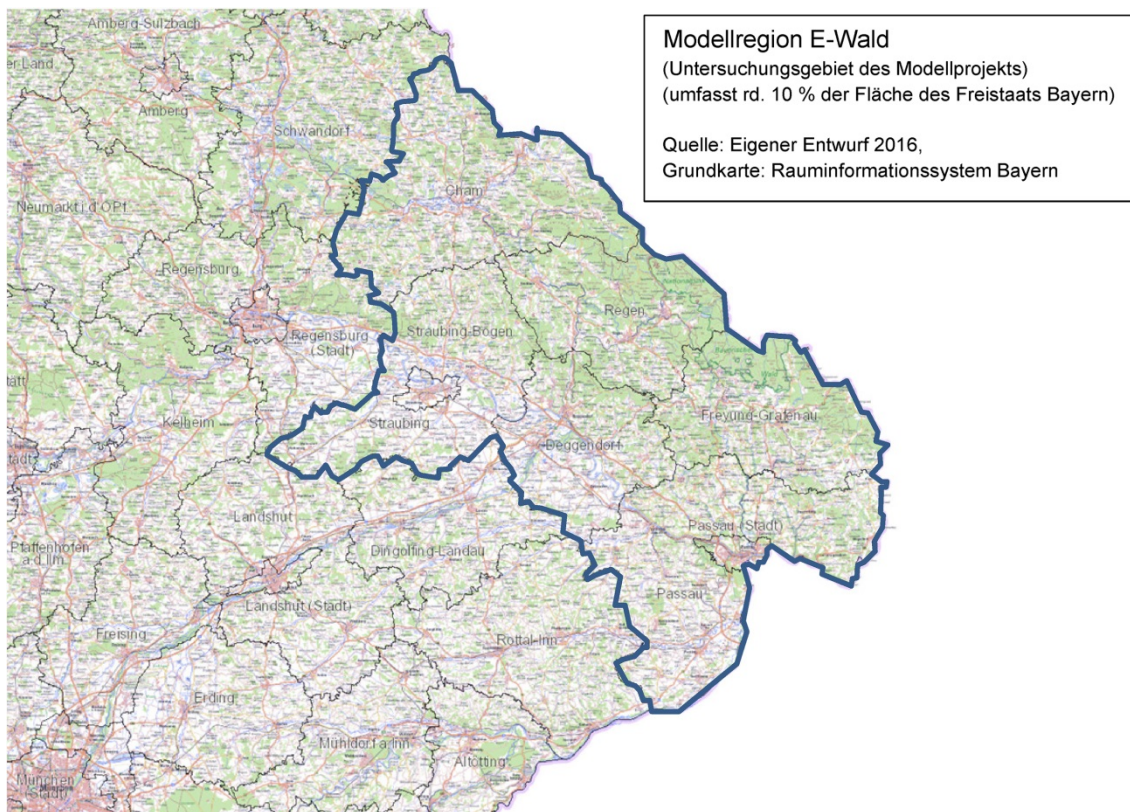
Grundkarte: Bayerisches Landesamt für Umwelt

Entwurf: J. Weber 2014

3.2 Zielsetzung und Gesamtstruktur

E-Wald ist mit über 7.000 km² die flächenmäßig größte Modellregion für die Realisierbarkeit der Elektromobilität in Deutschland. Dem Untersuchungsraum gehören die Landkreise Cham, Regen, Freyung-Grafenau, Passau, Deggendorf und Straubing-Bogen mit ihren Gemeinden an. Wie aus Abbildung 2 hervorgeht, umfasst die Modellregion Elektromobilität Bayerischer Wald rund 10 % der Fläche des Freistaats Bayern.

Abb. 2: Untersuchungsgebiet



Quelle: O. Loserth, Technische Hochschule Deggendorf/E-Wald GmbH

Beim Projektstart wurden folgende Ziele verfolgt:

- Nachweis der Realisierbarkeit der Elektromobilität in ländlichen Räumen unter schwierigen topographischen und klimatischen Bedingungen
- Aufbau einer innovativen Standortstruktur von Ladesäulen und großräumiger Praxis-test unterschiedlicher Ladetechnologien
- Schaffung intelligenter neuer Steuerungs-, Regelungs- und Kommunikationskonzepte
- Sicherstellung der Nachfrage des angewandten Energiekonzepts
- Integration in den bestehenden öffentlichen Personennahverkehr, aber auch von öffentlichen Einrichtungen und Öffnung für den Tourismus

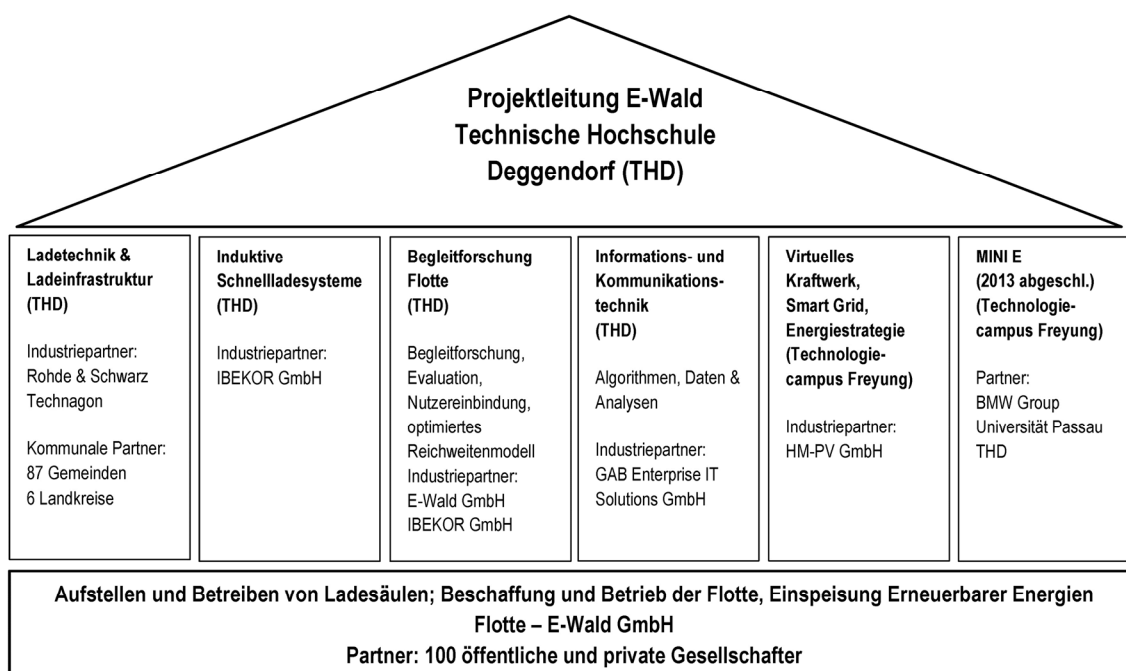
Zwischenzeitlich wurde das Zielsystem ergänzt:⁶

- Signifikante Senkung der CO₂-Emissionen in Niederbayern
- Zurückdrängen der negativen Folgen der demografischen Entwicklung für die Verkehrsinfrastruktur
- Umstellung des Individualverkehrs auf Elektromobilität vor allem dort, wo ÖPNV nicht stattfindet
- Umstellung von 10 bis 15 % der Zweitwagen in Niederbayern auf Elektromobilität

Bei E-Wald handelt es sich um ein Verbundprojekt (zum Aufbau vgl. Abb. 3). Die Gesamtkoordination und Projektführerschaft liegen bei der Technischen Hochschule Deggendorf. Verschiedene Lehrstühle und Institute sowie der Technologiecampus der Hochschule sind aktiv an der Verwirklichung des Projekts beteiligt. Verbundpartner sind darüber hinaus die Universität Passau, sechs Unternehmen, die E-Wald GmbH und, wie dargelegt, sechs Landkreise mit 87 Gemeinden sowie als Marketingpartner die örtlichen Sparkassen.

Das Modellprojekt E-Wald lief seit Herbst 2013 und ist Ende 2015 zum Abschluss gekommen. Der Feldversuch und damit die „heiße Phase“ des Projekts wurde im Herbst 2013 eingeläutet.

Abb. 3: Organisationsstruktur des Verbundprojekts E-Wald



Quelle: Technische Hochschule Deggendorf/E-Wald GmbH, Stand 2015

⁶ Vgl. <http://www.th-deg.de/forschung/projekte/e-wald> (17.06.2016).

Das Verbundprojekt E-Wald umfasst sechs Teilmodule. Im Einzelnen sind dies die Bereiche „Ladetechnik und Ladeinfrastruktur“, „Induktive Schnellladesysteme“, „Begleitforschung Flotte“, „Informations- und Kommunikationstechnik“ sowie „Virtuelles Kraftwerk/Smart Grid/Energiestrategie“ und „MINI-E“. Für die Aufstellung und den Betrieb der Ladesäulen, die Beschaffung und den Betrieb der Flotte sowie die Einspeisung erneuerbarer Energien in das Netz wurde ein eigenes Unternehmen, die Flotte-E-Wald GmbH mit rund 100 öffentlichen und privaten Gesellschaftern, gegründet.

Die Regierung von Niederbayern hat das Projekt von Anfang an positiv begleitet. Wesentliche Beiträge waren:

- Schaffung von Akzeptanz bei den Kommunen in der Region
- kommunalrechtliche Begleitung der Gründung der E-Wald GmbH
- Förderung der kommunalen Ladeinfrastruktur
- Beratung bei Ausschreibungen, Vergaben und Rahmenverträgen

3.3 Zum Stand der Teilprojekte

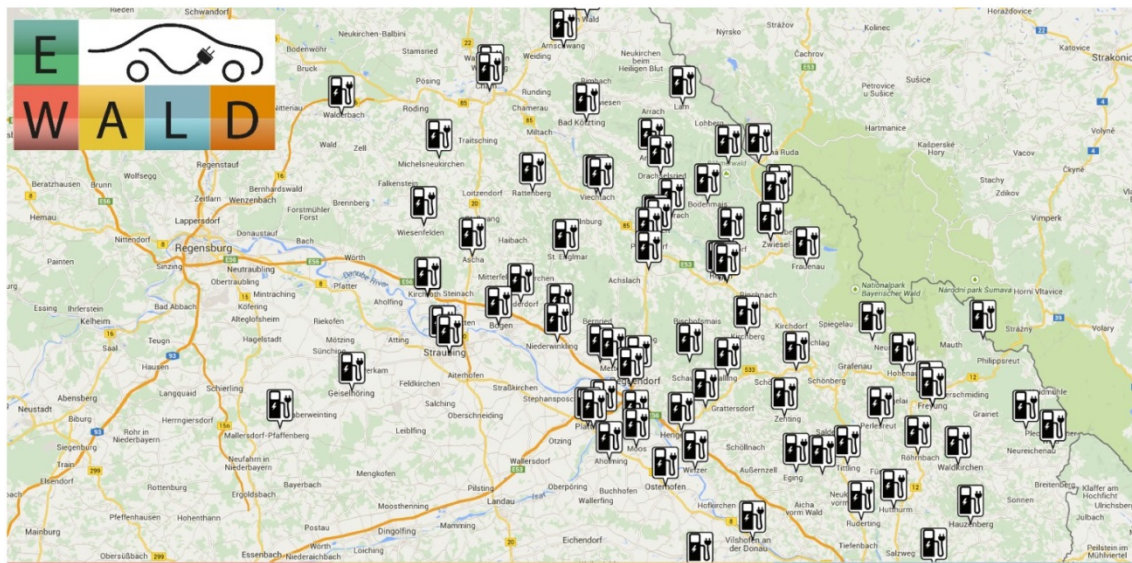
Teilprojekt „Ladetechnik und Ladeinfrastruktur“

Das Teilprojekt zielte auf neue Ansätze und Technologien für die Ladeinfrastruktur von Elektrofahrzeugen und deren Integration in den Feldversuch „E-Wald“ (vgl. StMWi 2016: 77). Im Projektverlauf wurden 150 Ladestationen mit über 500 Ladepunkten installiert (StMWi 2016: 76). Die E-Wald GmbH als Betreiber erweitert auch nach Beendigung des Modellprojekts die Ladeinfrastruktur sowohl innerhalb als auch außerhalb des Projektgebiets. Für die Festlegung der Ladestandorte war das kommunale Engagement entscheidend. Gleichzeitig sollte ein flächendeckendes, engmaschiges Infrastrukturnetz geschaffen werden. Daraus wird deutlich, dass bei der Bestimmung der Ladestandorte das zentralörtliche Konzept gemäß Landesentwicklungsprogramm Bayern 2013 allenfalls eine untergeordnete Rolle spielte (zur Netzstruktur vgl. Abb. 4). Bei der Weiterentwicklung der Ladeinfrastruktur stand die Nutzerfreundlichkeit und offene Konnektivität im Vordergrund. Zu Beginn des Projekts gab es noch kein einheitliches Steckersystem in Europa. Der europäische Ladestandard „Combined Charging System“ (CCS) wurde erst später realisiert. Die installierten AC-Ladesäulen ermöglichen ein Laden sowohl nach dem CCS-System als auch nach den Ladesystemen nichteuropäischer Elektrofahrzeuge. Außerdem wurde eine Gleichstrom-Schnellladesäule entworfen und in die Ladeinfrastruktur der E-Wald GmbH integriert.

Die Ladesäulen wurden von den Gemeinden im Untersuchungsgebiet errichtet. Dafür erhielten sie Fördermittel des Freistaats Bayern in Höhe von 10.000 Euro bis 100.000 Euro je Ladestandort. Die Fördersätze betragen im Einzelnen:

- Infrastruktur: zu 75 % Förderung für Ladesäulen, Parkplätze der Ladestationen, technische Zuführungen und Hinweisschilder an den Ladestationen
- Unterhalt: während des Projektzeitraums nördlich der Donau 1.200 Euro pro Jahr, südlich der Donau 600 Euro pro Jahr

Abb. 4: Lade- und Carsharing-Standorte der E-Wald GmbH (Stand: Januar 2016)



Quelle: StMWi (2016: 76)

Teilprojekt „Induktive Schnellladesysteme“

Der Schwerpunkt dieses Teilprojekts lag auf der Erprobung eines induktiven Schnellladesystems im Praxiseinsatz im Vergleich zu bisher eingesetzten kabelgebundenen Ladesystemen. Kabelloses Laden von Elektrofahrzeugen dürfte mit der Einführung des autonomen Fahrzeugs ein wichtiges Qualitätsmerkmal für intelligente Fahrzeugtechnik werden. Im Rahmen des Teilprojekts wurden die Auswirkungen des induktiven Schnellladevorgangs auf das regionale Energie- und Stromnetz sowie die Rückkopplung auf das Ladeverhalten der Elektrofahrzeuge untersucht (StMWi 2016: 82 f.).

Teilprojekt „Begleitforschung Flotte“

In Verknüpfung mit dem operativen Flottenmanagement der E-Wald GmbH wurden fahrzeugbezogene Forschungsarbeiten durchgeführt (vgl. StMWi 2016: 66 ff.). Die Fahrzeugflotte umfasst rund 200 Fahrzeuge unterschiedlicher Hersteller. Mithilfe verschiedenartiger Miet- und Carsharing-Modelle wurden diese an Kommunen, Unternehmen und Privatpersonen weitervermittelt. Im Mittelpunkt der Begleitforschung standen Studien zum Laden der Fahrzeuge, zu Batterietechnik und -management sowie zur Prüfung von Batterieladezuständen. Darüber hinaus wurden sozialwissenschaftliche Forschungen zum Nutzerverhalten durchgeführt.

Seit Oktober 2013 ist ein Carsharing-System in Betrieb, das laufend ausgebaut wird. Mittlerweile werden Carsharing-Leistungen auch außerhalb des Projektgebiets in verschiedenen Standorten der Bundesrepublik Deutschland angeboten.

Darüber hinaus wurde ein Kooperationsvertrag zwischen der E-Wald GmbH und der DB RegioNetz Verkehrs GmbH über spezielle touristische Produkte geschlossen. Diese umfassen:

- Ermäßigte RIT-Fahrkarten (Rail Inklusive Tours) einschließlich Transfer mit Elektrofahrzeug zwischen Bahnhof und Beherbergungsbetrieb

- Sonderangebote für die DB-Reisecenter
- Aufbau von Carsharing-Stationen an besonders frequentierten Bahnhöfen
- Internetbasiertes Reservierungssystem, auf E-Wald-Bedürfnisse angepasst und getestet

Die Elektrofahrzeuge werden insbesondere benutzt von

- Kommunen: Nutzung als Bürgerfahrzeuge und zur Stärkung des ÖPNV (Zubringer zu öffentlichen Linien), für Zwecke des Bauhofs, für Lieferdienste, Postzustellung und Dienstreisen
- Unternehmen, die ihre technologischen Kompetenzen nach außen zeigen wollen
- der Technischen Hochschule Deggendorf, die die Elektrofahrzeuge für Lieferdienste, Postzustellung und Dienstreisen nutzt
- Touristen, etwa im Rahmen des RIT-Tickets der Deutschen Bahn
- einigen Privatpersonen, die sich als frühe Adoptoren der Elektromobilität sehen

Teilprojekt „Informations- und Kommunikationstechnik“

Hierbei ging es um die Entwicklung von Technologien zur Vernetzung und zum Management von Elektrofahrzeugen, Ladeinfrastruktur und Energieerzeugung (vgl. StMWi 2016: 72 ff.). Um alle Fahrzeugdaten, die den Leistungsverbrauch beeinflussen, online messen zu können, wurden alle Fahrzeuge mit entsprechenden elektronischen Geräten ausgestattet. Die elektronischen Kontrollsysteme waren seit Herbst 2013 in Betrieb, sie wurden von den Projektpartnern laufend weiterentwickelt und ergänzt. Darüber hinaus wurden Zug um Zug alle Ladestandorte mit entsprechenden Informations- und Kommunikationstechnologien für die elektronische Reservierung und Abbuchung der Energiekosten sowie zur Erfassung des Ladeverhaltens ausgestattet. Als erstes Ergebnis der Entwicklungsarbeit wurde der Öffentlichkeit kürzlich eine In-Car-Applikation (App) vorgestellt, die ein optimiertes Reichweitenmodell zum Inhalt hat und damit zuverlässigere Plandaten für den Fahrzeugeinsatz liefert. Es hat sich vor allem unter den schwierigen klimatischen und topographischen Gegebenheiten im Bayerischen Wald als nützliches Hilfsmittel für den Fahrzeughenker bewährt.

Teilprojekt „Virtuelles Kraftwerk/Smart Grid/Energiestrategie“

Bei diesem Teilprojekt ging es darum, durch Anwendung von Simulationstechniken Ansätze zur Versorgung einer Flotte von Elektrofahrzeugen mit regenerativ erzeugter Energie auf der Basis eines „Virtuellen Kraftwerks“ zu entwickeln (vgl. StMWi 2016: 70 f.).

Teilprojekt „MINI-E“

Das MINI-E-Projekt hatte die Analyse des Mobilitätsverhaltens von Nutzern der Elektromobilität (MINI-E-Fahrzeuge von BMW) in der ländlichen Region des bayerischen Waldes im Vergleich mit Metropolregionen zum Gegenstand (vgl. StMWi 2016: 80 f.). Das Teilprojekt wurde 2013 abgeschlossen, wichtige Ergebnisse wurden bereits in Kapitel 2.3 dieses Beitrags vorgestellt.

4 Impulse für eine nachhaltige Raumentwicklung durch Elektromobilität?

Über den generellen Zusammenhang zwischen postfossiler Mobilität und Raumentwicklung hat die ARL (2011) bereits wesentliche Positionen formuliert. Speziell zur Elektromobilität deuten die bisher gemachten Erfahrungen darauf hin, dass diese auch in ländlichen Räumen machbar ist und davon Beiträge zur nachhaltigen Raumentwicklung ausgehen könnten. Flottennutzer in ländlichen Räumen kommen mit den limitierenden Faktoren der Elektromobilität, die sich aus der geringeren Reichweite, den Ladezeiten und der Dichte des Ladeinfrastrukturnetzes ergeben, nach kurzer Anpassungszeit gut zurecht. Ähnlich wie in Agglomerationen können auch in ländlichen Räumen die weit überwiegende Anzahl der Fahrten mit batteriebetriebenen Autos durchgeführt werden. Hinzu kommt, dass eine Koppelung von Batteriespeicherung und Ladeinfrastruktur mit verbrauchsnahe Stromerzeugung mithilfe regenerativer Energien, insbesondere mit Photovoltaik, in ländlichen Räumen einfacher zu verwirklichen ist als in großen Agglomerationen. Und nicht zuletzt gibt es im Unterschied zu großen Agglomerationen in ländlichen Räumen mehr (überdachte) Standplätze und Garagen für Personenkraftwagen, in denen Stromanschlüsse, gegebenenfalls sogar gekoppelt mit Anlagen regenerativer Stromerzeugung, vorhanden sind und ein Aufladen der Autobatterien über Nacht vergleichsweise leichter möglich ist.

Allerdings ist der Aufwand für den Ausbau der Elektromobilität auch in ländlichen Räumen nicht zu unterschätzen. Insbesondere bedarf es eines funktionierenden Miteinanders und eines besonderen Engagements von Innovatoren, Unternehmen, Kommunen und Einzelpersonen, die sich die Vorreiterschaft technologisch anspruchsvoller, umweltgerechter Mobilität auf die Fahne geschrieben haben. Eine Betreibergesellschaft, die in Gestalt eines Public-private-Partnership-Modells betrieben wird, hat sich zur Steuerung des Prozesses im Projekt E-Wald bewährt. Den unternehmerisch anspruchsvollen Tätigkeiten, wie die laufende Anpassung und Optimierung der Teilsysteme Flotte, Ladeinfrastruktur und Carsharing, konnte dadurch am besten Rechnung getragen werden. Das Modellprojekt E-Wald hat zudem gezeigt, dass Zeit-, Arbeits- und Kostenaufwand zur Errichtung der Ladeinfrastrukturen und Carsharing-Systeme in ländlichen Räumen nicht unterschätzt werden sollten. Bei der Ladeinfrastruktur geht es zurzeit noch nicht ohne finanzielle Anschubfinanzierung seitens der öffentlichen Hand. Leistungsfähige Stadtwerke oder auch Energieversorgungsunternehmen, die in ländlichen Räumen in den Ausbau der Ladeinfrastruktur investieren, fehlen teilweise. Auf die Gefahr der Dauersubventionierung muss in diesem Zusammenhang allerdings ausdrücklich hingewiesen werden.

Auch wenn in absehbarer Zeit keine nennenswerten Chancen für eine Dezentralisierung der Automobilproduktion als Folge der Elektrifizierung der Fahrzeuge bestehen, eröffnen sich durchaus Chancen für eine nachhaltige Raumentwicklung im Sinne des §1 Abs.2 ROG (Raumordnungsgesetz), die die sozialen und wirtschaftlichen Ansprüche an den Raum mit seinen ökologischen Funktionen in Einklang bringt und zu einer dauerhaften, großräumig ausgewogenen Ordnung mit gleichwertigen Lebensverhältnissen in den Teilräumen führt.

Entsprechende Möglichkeiten bestehen vor allem hinsichtlich folgender Aspekte:

In wirtschaftlich-technologischer Hinsicht:

- Elektromobilität kann dazu beitragen, die Wertschöpfung vor Ort zu stärken, vor allem dann, wenn es gelingt, Stromerzeugung und Elektromobilität verbrauchsnahe

zu kombinieren und mit der Elektromobilität den Anteil regenerativer Stromerzeugung zu erhöhen.

- Elektromobilität kann nicht nur für große Automobilzulieferer, sondern auch für den Mittelstand vielversprechende, neue Anwendungsfelder mit entsprechenden Beschäftigungsmöglichkeiten schaffen (vor allem in der ersten Phase des Diffusionsprozesses). Ländliche Räume könnten insbesondere von einem moderaten Beschäftigungszuwachs etwa in den Bereichen Ladetechnik, Energiemanagement sowie Servicedienstleistungen profitieren.
- Darüber hinaus bieten sich auch vielversprechende Synergieeffekte mit touristischen Aktivitäten an. Die Elektromobilität befriedigt in besonderer Weise Bedürfnisse von Touristen nach Umweltverträglichkeit und nachhaltiger Lebensweise. Die Elektromobilität könnte damit auch zu einer weiteren Profilierung von Destinationen beitragen, die auf naturverträglichen Tourismus setzen.
- Nicht zuletzt könnte durch die Übernahme der Vorreiterrolle bei der Elektromobilität ein Imagegewinn für Wirtschaftsstandorte in ländlichen Räumen erzielt und damit ein Beitrag zur Steigerung des Selbstbewusstseins der Akteure vor Ort geleistet werden.

In sozialer Hinsicht:

- Elektromobilität kann dazu beitragen, die Mobilitätsbedürfnisse der ländlichen Bevölkerung in Ergänzung zum bestehenden, meist aber unzureichend ausgestalteten ÖPNV zu befriedigen und damit die Grundversorgung zu sichern. Dies kann vor allem dann gelingen, wenn E-Autos in Carsharing-Modellen angeboten werden, die beteiligten Gemeinden im Rahmen von Public-private-Partnership-Organisationsmodellen mit eingebunden sind und diese die gemieteten E-Autos auch den Bürgern zur Verfügung stellen. Dies trägt im Übrigen dazu bei, die Akzeptanz der Elektromobilität bei potenziellen Nutzern weiter zu erhöhen.
- Auch private Carsharing-Modelle mit Elektroautomobilen sollten in ländlichen Räumen nicht außer Acht gelassen werden. Da in vielen Haushalten mehr als ein Auto vorhanden ist, könnte sich ein Markt für solche Angebote entwickeln. Die Vorteile aus der Sicht des Nutzers liegen vor allem in Kosteneinsparungen, aus Sicht der öffentlichen Hand ist insbesondere die Verringerung von Schadstoff-, Feinstaub- und Lärmemissionen hervorzuheben.
- Darüber hinaus erscheint Elektromobilität in ländlichen Räumen grundsätzlich geeignet, für den ÖPNV umweltverträgliche Zubringerfunktionen zu übernehmen, den ÖPNV in gewissem Maße zu stabilisieren und damit zum Erhalt einer Mindestversorgung mit öffentlichen Verkehrsdienstleistungen auf dem Land mit beizutragen. Dies ist vor allem zur Sicherstellung der Grundversorgung immobiler Bevölkerungsgruppen zu befürworten.

In ökologischer Hinsicht:

- Unbestritten sind die ökologischen Vorteile der CO₂-Einsparung ausschließlich dann, wenn regenerativ erzeugter Strom verbrauchsnahe erzeugt und verwendet wird, die Produktionsprozesse von Elektroautomobilen energie- und ressourceneffizient ausgestaltet werden und Leichtbautechnologien beim Fahrzeugbau zum Einsatz kommen. Allerdings wurden technische Innovationen zur CO₂-Einsparung in der Vergangenheit oft dazu genutzt, die Motorleistung weiter zu steigern, sodass unter dem Strich nur ein Teil der technisch möglichen CO₂-Einsparung erzielt wurde. Auch

das seit Jahren steigende Verkehrsaufkommen untergräbt zumindest teilweise die erreichte CO₂-Einsparung.

- Weiterhin sprechen die Verringerung des Schadstoffausstoßes und der Feinstaubbelastung sowie die Lärminderung für den Ausbau der Elektromobilität.
- Allerdings nehmen die Flächenbedarfe in der Automobilproduktion im Zuge des Aufbaus zusätzlicher Fertigungskapazitäten für rein elektrische und Hybridantriebe sowie zunehmender Vielfalt bei den Fahrzeugtypen zu. Damit steigt die Nachfrage nach Industrie- und Gewerbeflächen weiter an, die in den vergangenen Jahren ohnehin schon als Folge von Kapazitätserweiterungen, der Verringerung der Fertigungstiefe, einer weiteren Verlagerung auf Zulieferer und erhöhter Anforderungen an Lagerung und Logistik angewachsen ist und angesichts neuer technischer Fahrsistenzsysteme, wie beispielsweise zum autonomen Fahren, auch in Zukunft kaum abnehmen dürfte.
- Aufgrund der limitierten Reichweite, des vergleichsweise hohen Preises von Elektroautomobilen sowie der noch nicht befriedigenden Akzeptanz von Carsharing-Modellen könnte grundsätzlich die Hoffnung auf eine Verringerung des Verkehrsaufkommens und auf kompaktere Siedlungsstrukturen aufkommen. Dem ist allerdings entgegenzuhalten, dass neue, kurz vor dem Serieneinsatz stehende, leistungsfähigere Batteriesysteme größere Reichweiten ermöglichen werden, die Preise für Elektro- und Hybridfahrzeuge mit zunehmender Massenproduktion sinken werden und die bislang noch unzureichende Akzeptanz von Carsharing-Modellen durch entsprechende verkaufsfördernde Maßnahmen abgebaut werden könnte. Vor diesem Hintergrund könnten sich o.g. Hoffnungen auf nachhaltigere Mobilitätsstrukturen und kompaktere Siedlungsstrukturen rasch zerschlagen.

5 Handlungsempfehlungen an die Technologie- und Verkehrspolitik aus regionaler Perspektive

Um das verkehrs- und technologiepolitische Ziel zu erreichen, sich bis 2020 zu einem Leitmarkt und Deutschland zu einem Leitanbieter für Elektromobilität zu entwickeln, sollten ländliche Räume verstärkt in den Blick genommen werden. Es wird dringend empfohlen, zugunsten einer ausgewogenen Raumentwicklung den Ausbau der Ladeinfrastruktur und den Aufbau von Carsharing-Systemen in ländlichen Räumen im Gleichschritt mit dem Ausbau in Verdichtungsräumen und entlang der Hauptverkehrsverbindungen voranzubringen. Andernfalls droht, wie beim Ausbau mit schnellem Internet, eine nicht hinnehmbare Verschärfung regionaler Disparitäten. Die Ausführungen haben gezeigt, dass auch in ländlichen Räumen Elektromobilität grundsätzlich „machbar“ ist, wenn Mobilitätskonzepte zur Anwendung kommen, die den speziellen Rahmenbedingungen und besonderen Verkehrsbedürfnissen der ländlichen Bevölkerung Rechnung tragen.

Unter regionalpolitischen Gesichtspunkten ist grundsätzlich zu begrüßen, wenn Anreize zur Unterstützung der Elektromobilität gesetzt werden. Direkte monetäre Anreize, wie etwa die von Bayern geforderten Kaufprämien (vgl. Bayerische Staatskanzlei 2016), könnten ein Instrument für eine signifikante Steigerung der Verkaufszahlen darstellen, wenn diese so ausgestaltet werden, dass Mitnahmeeffekte möglichst vermieden werden. Weitere Möglichkeiten stellen die Öffnung von Busspuren oder die Einrichtung von Sonderfahrspuren bzw. Ladespuren für Elektrofahrzeuge, die Befreiung von Parkgebühren, die Schaffung von Sonderparkflächen oder die Einrichtung von „0-Emissions-Zonen“, die

Ausweitung von Umweltzonen bzw. die Einstufung einer schadstoffabhängigen Citymaut dar. Allerdings wirken diese häufig räumlich selektiv, da sie vor allem die (Kurzstrecken-) Elektromobilität im urbanen Umfeld unterstützen. Ländliche Räume können davon wohl nur dann profitieren, wenn sie über entsprechende Zentrale Orte zur Deckung des gehobenen und höheren Bedarfs (Mittel- und Oberzentren) verfügen. In strukturschwachen ländlichen Räumen ohne Ober- und Mittelzentren laufen diese Anreize meist ins Leere. Um die Elektromobilität auch in strukturschwachen ländlichen Räumen nach vorne zu bringen, könnte die Ladeinfrastruktur ein Ansatzpunkt sein. Trotz der kurzen Testphase im Rahmen von E-Wald kann man jetzt schon sagen, dass der Aufbau eines hinreichend dichten Netzes an öffentlich zugänglichen Ladestationen, insbesondere auch an Schnellladestationen, eine Anschubfinanzierung durch die öffentliche Hand erfahren sollte, nachdem leistungsfähige private Betreiber gerade in strukturschwachen ländlichen Räumen oft nicht zur Verfügung stehen. Einen zweiten Ansatzpunkt stellen monetäre Anreize und organisatorische Hilfen beim Aufbau von Carsharing-Modellen in Gestalt von Public-private-Partnership in strukturschwachen ländlichen Räumen dar.

Auf der Grundlage des 2015 neu gefassten Elektromobilitätsgesetzes wird auf Bundesebene auch Fortschreibungsbedarf für den Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität aus dem Jahr 2009 gesehen. Er sollte auf alle Fälle auch Vorschläge und Zielvorgaben zum Ausbau der Elektromobilität in ländlichen Räumen enthalten.

Sollte der Bund weiterhin an der Schwerpunktsetzung zugunsten von Verdichtungsräumen festhalten, wären die Länder aufgefordert, für einen entsprechenden Ausgleich zu sorgen.

Darüber hinaus sollten die Instrumente der regionalen Wirtschafts- und Technologieförderung voll ausgeschöpft werden, um Betrieben entlang der Wertschöpfungskette die Anpassung an die neue Technologie der Elektromobilität zu ermöglichen und zu erleichtern. Deindustrialisierungsgefahren, die im Zuge der Verringerung der Fertigungstiefe und einer verstärkten Praktizierung von Global-Sourcing-Strategien zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit im Raum stehen, sollte damit entgegengewirkt werden.

Nicht zuletzt gilt es, Kostennachteile sowie Vorurteile, die nach wie vor bei weiten Teilen der Nutzer gegenüber der Elektromobilität bestehen, Schritt für Schritt abzubauen. Die neuen Regelungen zur Besteuerung elektrisch angetriebener Dienstwagen sowie ihrer privaten Nutzung, aber auch das Voranschreiten von Staat und Kommunen bei der Nutzung von Elektrofahrzeugen in den Fuhrparks zeigen in die richtige Richtung. Gegebenenfalls könnten auch Szenarien helfen, die Pfade zur Durchsetzung nachhaltiger Mobilität aufzuzeigen und dazu beizutragen, das Bewusstsein für mehr Nachhaltigkeit im Verkehr zu schärfen.

Fazit: Auch wenn Elektromobilität nach wie vor in der Nische ist, gewinnt sie an Bedeutung. Ob sie sich letztlich gegenüber Verbrennungstechnologien durchsetzen wird, vermag derzeit noch kaum jemand vorherzusagen. Jedenfalls sollten die Automobilhersteller und Zulieferindustrien nicht einseitig auf Kunden in Agglomerationen setzen. Elektromobilität funktioniert auch auf dem flachen Land. Auch in ländlichen Räumen gibt es frühe Adoptoren dieser neuen Technologie. Wenn die öffentliche Hand nicht einseitig selektiv wirkende Anreize zugunsten von Verdichtungsräumen setzt, kann durch Elektromobilität ein Beitrag zur ausgewogenen und nachhaltigen Raumentwicklung geleistet werden.

Literatur

- ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (2011): Postfossile Mobilität und Raumentwicklung. Hannover. = Positionspapier aus der ARL 89.
- Bayerische Staatskanzlei (2010): Ministerratsberichte der Sitzungen vom 07. und 27. Juli sowie 12. Oktober 2010. München.
<http://www.bayern.de/staatsregierung/staatskanzlei/pressemitteilungen/> (17.06.2016).
- Bayerische Staatskanzlei (2016): Ministerratsberichte der Sitzung vom 20. Januar 2016. München.
<http://www.bayern.de/staatsregierung/staatskanzlei/pressemitteilungen/> (17.06.2016).
- Bundesregierung (2009): Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung. Berlin.
- Dolata, U. (2008): Technologische Innovationen und sektoraler Wandel. Eingriffstiefe, Adaptionsfähigkeit, Transformationsmuster. Ein analytischer Ansatz. In: Zeitschrift für Soziologie 37 (1), 42-59.
- Dolata, U.; Werle, R. (Hrsg.) (2007): Gesellschaft und die Macht der Technik. Sozioökonomischer und institutioneller Wandel durch Technisierung. Frankfurt am Main, New York. = Schriften aus dem Max-Planck-Institut für Gesellschaftsforschung 58.
- Friedrich-Ebert-Stiftung, Arbeitskreise Innovative Verkehrspolitik und nachhaltige Strukturpolitik (2010): Zukunft der deutschen Automobilindustrie. Expertisen und Dokumentationen zur Wirtschafts- und Sozialpolitik. Berlin.
- Hribek, G.; Vilimek, R. (2013): Das MINI E Projekt im Bayerischen Wald. Einblicke in die Studie und erste Ergebnisse. Präsentation an der Universität Passau am 25. Oktober 2013.
- Klein, R. (2013): Elektromobilität – Baustein eines integrierten, klimagerechten Verkehrssystems. In: Kufeld, W. (Hrsg.): Klimawandel und Nutzung von regenerativen Energien als Herausforderungen für die Raumordnung. Hannover, 226-252. = Arbeitsberichte der ARL 7.
- Kraftfahrt-Bundesamt (2016): Fahrzeugzulassungen (FZ). Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern – Monatsergebnisse Januar 2016. Flensburg.
http://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/2016_monatlich/FZ8/fz8_201601_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (16.06.2016).
- Nationale Plattform Elektromobilität (2013): Elektromobilität in Deutschland. Ergebnisse aus einer Studie zu Szenarien der Marktentwicklung. Berlin.
- StMWi – Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie (2014): Industriebereich Bayern 2014. München.
- StMWi – Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie (2016): Modellregionen Elektromobilität Bayern. München.
- Werle, R. (2005): Institutionelle Analyse technischer Innovation. In: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie 57 (2), 308-332.
- WM – Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg; WRS – Wirtschaftsförderung Region Stuttgart; IAO – Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (2010): Strukturstudie BW^e mobil. Baden-Württemberg auf dem Weg in die Elektromobilität. Stuttgart.

Autor

Dr. **Jürgen Weber**, Abteilungsdirektor, Regierung von Niederbayern, Landshut.

Christoph Ebert

Erfahrungsbericht und Überblick zum Projekt e-GAP – Modellkommune Elektromobilität Garmisch-Partenkirchen: Elektromobilität im ländlich-touristischen Raum als Baustein für eine nachhaltige Entwicklung

Gliederung

- 1 Einführung
 - 1.1 Die Besonderheiten des Projektes e-GAP
 - 1.2 Wirkungen und Ziele des Vorhabens
- 2 Die Genese des Projektes
 - 2.1 Der Entwicklungsprozess und das Big Picture
 - 2.2 Die Einzelprojekte
 - 2.2.1 Infrastrukturprojekte
 - 2.2.1.1 Energie – Smart Grid im kommunalen Bereich
 - 2.2.1.2 Ladeinfrastruktur
 - 2.2.2 Fahrzeugprojekte
 - 2.2.2.1 Miete von Elektrofahrzeugen – Das Projekt BMW MINI E
 - 2.2.2.2 Sharing von Elektrofahrzeugen – Das Projekt e-GAP intermodal der DB
 - 2.2.2.3 Kauf von Elektrofahrzeugen – Das Projekt Audi sun2car
 - 2.2.2.4 Einspurig-zweispurige Mobilität – Das Projekt Quadrat
- 3 Zusammenfassung
- Literatur

Kurzfassung

Nach der 5-Punkte-Strategie zur Förderung der Elektromobilität der Bayerischen Landesregierung und den Zielen der Bundesregierung im „Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität“ ist eine enge Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Industrie vonnöten. Garmisch-Partenkirchen wird dabei als Modellstadt vorgestellt, in der die Elektromobilität sichtbar ausgebaut werden soll. Dies geschieht insbesondere durch das Projekt „Modellkommune Elektromobilität Garmisch-Partenkirchen e-GAP“. Besonderheiten liegen bei dieser Modellkommune in ihrer ländlichen Lage, der alpinen Umgebung und dem hohen Tourismusaufkommen. Gerade in den stark touristisch geprägten Kleinstädten liegt in der Elektromobilität ein besonderes Potenzial. Dabei ist für die Elektromobilität die Schaffung von öffentlicher Ladeinfrastruktur sowie von kleinen Mobilitäts-„Hotspots“ von großer Bedeutung.

Schlüsselwörter

E-Mobilität – Modellkommunen-Initiative – ländliche Mobilität – e-GAP – Ladeinfrastruktur

Report and overview of the e-GAP project – Pilot municipality for electromobility Garmisch-Partenkirchen: Electromobility in a rural tourism area as a component of sustainable development

Abstract

According to the Bavarian state government's 5-point strategy to promote electromobility and the goals of the federal government recorded in the "National Development Plan for Electromobility", close cooperation between science and industry is necessary. Garmisch-Partenkirchen is presented as a pilot town in which electromobility should be notably extended. Here the project "Pilot Municipality Electromobility Garmisch-Partenkirchen e-GAP" is especially significant. The distinguishing features of this pilot municipality are its rural location, alpine surroundings and high levels of tourism. There is particular potential for electromobility in the small towns that are especially popular with tourists. The creation of public charging infrastructure and small mobility hotspots is most important for electromobility.

Keywords

E-mobility – pilot municipality initiative – rural mobility – e-GAP – charging infrastructure

1 Einführung

Mit der Modellkommunen-Initiative der bayerischen Staatsregierung erweitert die Politik Bayerns die Strategie zur Entwicklung des Leitmarkts und der Leitanbieterschaft im Bereich der Elektromobilität hin zu ländlichen Regionen und im Falle Garmisch-Partenkirchens zur bekanntesten Tourismusdestination Bayerns. Besondere Entwicklungschancen für die Region versprochen zur Zeit der Vergabe der Modellkommunen-Projekte die Bewerbung um die Olympischen Winterspiele 2018. In dieser Bewerbung sollte besonderer Wert auf die nachhaltige Konzeption der Spiele gelegt werden, die den betreffenden Regionen und der Metropole München weit über die Veranstaltung der Olympischen Winterspiele hinaus wichtige Impulse für die Weiterentwicklung geben sollten.

Als Ausgangspunkt für die Projekte lassen sich für die Marktgemeinde Garmisch-Partenkirchen viele positive Voraussetzungen festhalten, welche für die zukünftige Entwicklung der Region für neue Mobilität grundlegend sind. Etwa 5 Millionen Tagesgäste und 1,2 Millionen Übernachtungen pro Jahr sind Grundlage und Verpflichtung für neue Ansätze zur Verbesserung der Qualität der Leistungen und zum Schutz der wunderbaren Natur in und um Garmisch-Partenkirchen. In Kombination mit der Aufbruchsstimmung durch die Bewerbung um die Olympischen Winterspiele 2018 lassen sich auf Basis einer gewachsenen kommunalen Struktur auch „radikalere“ Ideen und Konzepte umsetzen, was für den Einzug der Elektromobilität besonderen Wert hat.

Diese besondere Ausgangssituation war mit der Bewerbung Garmisch Partenkirchens zusammen mit München und Berchtesgaden um die Olympischen Winterspiele 2018 ein Grund für die Vergabe der Modellkommunen-Initiative nach Garmisch-Partenkirchen.

So wurden Ideen für Raum- und Mobilitätsgestaltung in der Bewerbungsmappe für die 14-tägige „Winterolympiade“ zusammengefasst und mit der Hoffnung auf die Finanzierung durch den Bund und das Internationale Olympische Komitee (IOC) Gelder mit Olympia 2018 verknüpft. Durch die Definition von „Flaggschiff-Projekten“ wurde bereits in der Bewerbungsphase durch die Staatsregierung die Richtung für eine zukünftige „Ortsentwicklung“ gegeben. Beispiel hierfür ist das Flaggschiff-Projekt „Green-Fleet“, in dem auf Grundlage der Modellkommunen-Initiative elektrische, öffentliche und nachhaltige Transportmöglichkeiten für die Zuschauer von München nach Garmisch-Partenkirchen erarbeitet werden sollten. So hätte an diesem Beispiel die Umsetzung der olympischen Winterspiele zu vielen strukturellen Änderungen führen können, deren Umsetzung und Finanzierung nach Absage durch das IOC leider ungewiss sind.¹

Doch das Vorhaben der Modellkommune Elektromobilität konnte trotz der Absage des Internationalen Olympischen Komitees realisiert werden. Damit wird die Umsetzung dieser Projekte der Kommune selbst überlassen, was der Chance der Etablierung innovativer Ansätze aufgrund der finanziellen Rahmenbedingungen oftmals nicht förderlich ist. Damit fällt dieses Projekt in eine Phase der kommunalen Entwicklung, in der eine Hinwendung zu einem innovativen und kostenintensiven Entwicklungsfeld „Mobilität“ aus kommunaler Sicht von der finanziellen Leistungsfähigkeit der Kommune abhängig ist und nicht von hohen finanziellen Budgets für Großveranstaltungen zehren kann – eine Herausforderung, die auch im Projekt-Setup und vor allem in der Bewertung und Fortsetzung der Projektergebnisse eine große Schwierigkeit darstellt.

1.1 Die Besonderheiten des Projektes e-GAP

Sollen sowohl die Ziele der Bayerischen Landesregierung, die in der Fünf-Punkte-Strategie zur Förderung der E-Mobilität formuliert sind,² als auch die Ziele der Bundesregierung, beschrieben im „Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität“ (Bundesregierung 2009) – unter anderem 1 Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen bis 2020, Deutschland als Leitanbieter der Elektromobilität – erreicht werden, so bedarf es einer engen und effizienten Zusammenarbeit von Wissenschaft und Industrie.

In der Kabinettsitzung vom 4. Mai 2010 beschloss die Bayerische Staatsregierung zur Unterstützung der Elektromobilität die „Fünf-Punkte-Strategie Elektromobilität“ als zentralen Baustein zum Zukunftsprogramm „Aufbruch Bayern“ mit dem Ziel „Bayern soll Nummer 1 in der Elektromobilität werden“. Diese beinhaltet:

- Ausbau der bayerischen Forschungslandschaft
- Ausbau von Modellregionen und Auswahl einer Modellstadt
- Neue Schwerpunktsetzung im Rahmen der bayerischen Clusterstrategie „Automotive“
- Unterstützung von Leuchtturmprojekten der Bundesregierung
- Maßnahmenpaket zur schnellen Markteinführung

Das Vorhaben in Garmisch-Partenkirchen ist unter dem zweiten Baustein zu sehen und zielt darauf ab, wesentliche Kompetenzen im Bereich Elektromobilität sichtbar aufzubauen. Hierdurch wird ein wichtiger Beitrag zur Sicherung der Weltmarktposition der

¹ Vgl. http://issuu.com/dosb/docs/bid_book_m_nchen_2018_komplett (21.06.2016).

² Vgl. http://www.bayern.de/wp-content/uploads/2014/pdf/10302304.basis_anlage.pdf (21.06.2016).

bayerischen und deutschen Hersteller geleistet, um nachhaltige Wertschöpfung und Beschäftigung am Standort Bayern zu sichern.

Ein großes Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Themenfeld Elektromobilität für alle Interessenten kann nur dann erfolgreich sein, wenn man sich schon am Beginn sowohl die wissenschaftliche Relevanz oder die Innovation der einzelnen Vorhaben als auch die Chancen zur Veränderung in der Region vor Augen führt. Die Frage nach dem Nutzen der Vorhaben für die Region wird dabei nicht nur in den einzelnen Vorhaben zum Ausdruck gebracht, sondern auch in der Ganzheitlichkeit des Großprojekts. Diese Aspekte wurden bereits vorab als Besonderheiten der Modellkommune Elektromobilität Garmisch-Partenkirchen in vier Kategorien gefasst:

Aspekt 1: Tourismus

Die Anforderungen an ein (Elektro-)Mobilitätskonzept sind durch die hohe Besucherzahl von etwa 5 Millionen Tagesgästen vor große Herausforderungen gestellt. Nur ein multimodales Verkehrskonzept, das durch die Innovationen im Antriebssegment von Automobilen und Fahrrädern angestoßen wird, kann zur Lösung zukünftiger Herausforderungen dienen. In der Modellkommune erwächst für Hersteller zudem die Chance, den Gast in seiner Freizeit offen für neue Dinge mit neuen Mobilitätsprodukten zu konfrontieren und damit Motivation zur Integration in das eigene Verhalten zu schaffen. Ziel muss es ein, in der Markthochlaufphase für das Thema E-Mobility zu begeistern. In der naturnahen und attraktiven Atmosphäre der Urlaubsregion Garmisch-Partenkirchen kann es deutlich anregender sein, die Elektromobilität einer breiten Bevölkerungsschicht nahezubringen, sie erfahrbar zu machen und die Menschen dafür zu gewinnen. Damit entsteht eine Erfahrungs- und Informationsplattform zum Thema (E-)Mobilität.

Aspekt 2: Umgebung

Die örtliche Struktur in den Alpen stellt ein Elektromobilitätskonzept vor große Herausforderungen. Vor allem die Verfügbarkeit von elektrischem Strom ist aufgrund der bergigen Umgebung und der oftmals schwierigen Erreichbarkeit von interessanten Ausflugszielen nicht trivial. Zudem sind Wege für touristische wie auch alltägliche Mobilität sehr unterschiedlich beschaffen, was sich in der Art der verfügbaren Mobilitätsangebote niederschlagen muss und im Rahmen des Projekts auch anhand des Mobilitätsverhaltens verschiedener Zielgruppen evaluiert wird. Zudem ergeben die Rahmenbedingungen in einem ganzheitlichen Konzept sinnvolle Arten der nachhaltigen Energiegewinnung zum Zwecke der Elektromobilität, welche zwar im Schwerpunkt nicht in dem vorliegenden Förderprogramm bearbeitet werden, jedoch parallel vorangetrieben werden müssen. Die Gewinnung der notwendigen Energie für neue lokale Mobilitätsangebote muss in einem ganzheitlichen Konzept nachhaltig sein. Damit liefert das Konstrukt Modellkommune eine spannende Vorlage für die Realisierung der regionalen Energiewende in ganzheitlichem Sinne.

Aspekt 3: Ganzheitlichkeit

Die Ganzheitlichkeit des e-GAP-Ansatzes der Elektromobilität bezieht sich auf zwei Bereiche: umfassende intermodale Integration in das Mobilitätssystem einerseits und Integration in das Stromversorgungssystem andererseits. Wichtige Ziele in der Region lassen sich elektromobil oftmals besser mit weniger als vier Rädern erreichen und die Nutzung des öffentlichen Verkehrs geht oftmals ebenso elektrisch vor sich. Elektromobilität in Garmisch-Partenkirchen wird soweit als möglich mit erneuerbaren Energien

versorgt. Die Voraussetzung dafür wird im kommunalen Smart Grid geschaffen, dessen Anteil für Elektromobilität im vorliegenden Förderprojekt entwickelt wird. Es verbindet die Stromerzeugung intelligent mit der Nutzung des Stroms, z. B. beim Laden von Elektrofahrzeugen und beim Nutzen von deren Batterien als Puffer. All diese Aspekte werden vor Ort im überschaubaren geographischen Feld erprobt und erste Erfahrungen damit gemacht, sodass die kommunale Politik mit diesen Vorhaben einen Katalog an Auswahlmöglichkeiten für Optimierungen erhält. Für die Projektbeteiligten wird ein solches Projekt mit der Schnittstellenerfahrung besser auf andere Anwendungsfälle skalierbar.

Aspekt 4: Regionale Vernetzung

Durch die ausgezeichneten Netzwerke des Konsortiums in die Nachbarregionen und in die Nachbarländer wird mit dem Projekt Modellkommune eine Brücke geschlagen, die für den elektromobilen Nutzer unverzichtbar ist. Durch die immer größer werdenden Reichweiten von Fahrzeugen wird sich vor allem die Infrastruktur nicht ausschließlich auf die Modellregion Garmisch-Partenkirchen beschränken können. Hier wird durch die Projektarbeit eine kooperative Zusammenarbeit mit den anderen Modellregionen, den Nachbarlandkreisen, mit Projekten auf Bundesebene sowie mit Österreich angestrebt. So sollte aus einer Modellkommune eine wirkliche Modellregion werden, die sich mit den neuen Ansätzen sowohl touristisch als auch bezüglich der Daseinsvorsorge für die Bürger mit innovativen Ansätzen weiterentwickelt.

1.2 Wirkungen und Ziele des Vorhabens

Elektromobilität bietet auf dieser Projektgrundlage regional und überregional verschiedene Chancen für Veränderung. Diese Veränderungen in Bezug auf die Mobilität berühren dabei verschiedene relevante politische Bereiche. Das Projekt e-GAP liefert hierfür aktuelle gesellschaftspolitische Fragen, Ziele und Erkenntnismöglichkeiten. Diese kann man aus verschiedenen Gesichtspunkten betrachten.

Wirtschaftspolitische Sichtweise

Basis der Förderung von Elektromobilität aus bayerischer und bundespolitischer Sicht ist vor allem die Unterstützung der Unternehmen und Forschungseinrichtungen hin zur Leitanbieterschaft und zum Leitmarkt Bayern und Deutschland. Neue Antriebskonzepte schaffen in der Automobil- und Mobilitätsbranche ein Zukunftsfeld, welches für das Automobilland Deutschland von enormer Bedeutung ist. Daher motivieren derartige Vorhaben die betroffenen Unternehmen zur Entwicklung und Optimierung der Ansätze im ländlich touristischen Raum. Hierin liegt auch das Fördermotiv der Staatsregierung für die Modellkommunen.

Gesellschaftspolitische Sicht

Die Gesellschaft ist einem ständigen Wandel unterzogen, vor allem demografische Fragestellungen werden die Gesellschaft in Zukunft beschäftigen. Da Elektromobilität als innovatives Thema in der Tendenz eine jüngere Zielgruppe betrifft, liefert die Modellkommune Garmisch-Partenkirchen mit einem hohen Altersdurchschnitt der Besucher und Bürger die Chance, neue Produkte und Dienstleistungen in dieser schwierigen Zielgruppe zu erleben und zu bewerten.

Umweltpolitische Sicht

Mit der Einführung einer Obergrenze für den CO₂-Ausstoß von Fahrzeugen hat die Umweltpolitik ordnungsrechtliche Instrumente angewandt, um Umweltschädigungen zu vermeiden. Lokal betrachtet liefert die Elektromobilität aber neben der Chance zur CO₂-Ersparnis auch bezüglich Lärm- und Schadstoffbelastung klare Chancen zur Verbesserung. Und wo lässt sich diese umweltpolitische Zielsetzung motivierender darstellen als in der atemberaubenden Umgebung der Alpen?

Energiepolitische und Infrastruktursicht

Die Umsetzung der Energiewende im ländlichen Raum kann durch die Integration der Mobilität unterstützt werden. Ebenso muss der Ausbau der Verkehrs- und Mobilitätsinfrastruktur eng mit der Energieversorgung vor Ort verknüpft sein.

Zusammenfassend sind die Ziele und Wirkungen des Vorhabens in Abbildung 1 dargestellt.

Abb. 1: Übersicht über die möglichen Erkenntnisse und Wirkungen eines Elektromobilitätsprojekts im ländlich-touristischen Raum



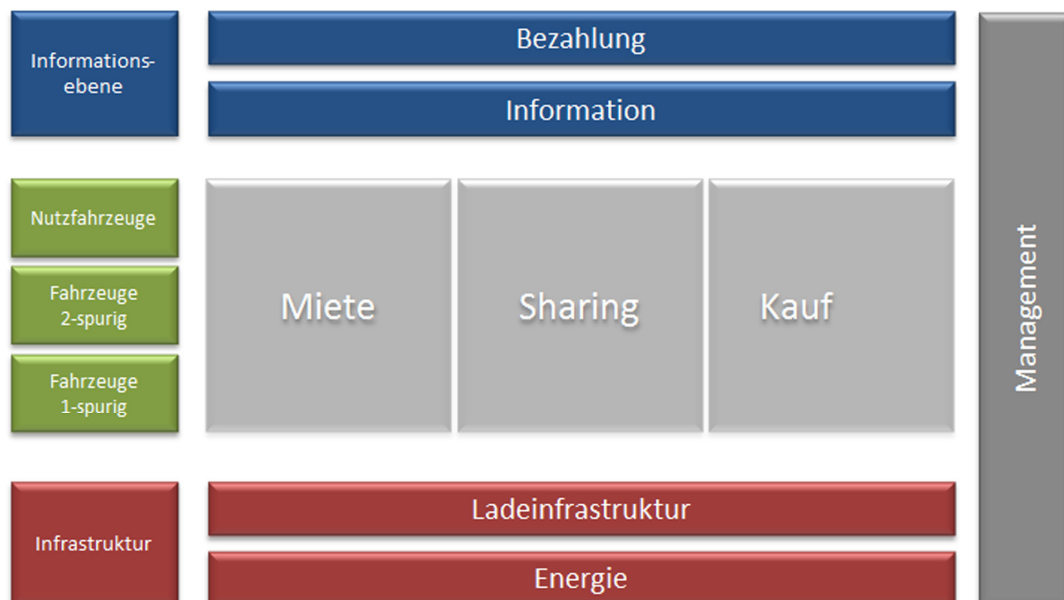
2 Die Genese des Projektes

Die Rahmenbedingungen des Vorhabens führten damit zu einer ganzheitlichen Betrachtung der E-Mobilität im kommunalen Umfeld einer ländlich-touristischen Region. Dabei sind die im Gesamtvorhaben „Modellkommune Elektromobilität Garmisch-Partenkirchen e-GAP“ zusammengestellten Forschungsprojekte ein mannigfaltiger Blumenstrauß zum Anstoß für umfassende Veränderungen, sowohl im Feld der Mobilität, aber auch in den angrenzenden Wirkungsfeldern wie Energie und Umwelt. Jedoch bleibt dabei klar, dass die Zielsetzungen im ländlichen Raum eine besondere Herausforderung darstellen.

2.1 Der Entwicklungsprozess und das „Big Picture“

Das Konstrukt, welches dem gesamten Vorhaben zugrunde liegt kann als „Big Picture“ gefasst werden, in dem die Zielsetzung und Verbindungen der Einzelprojekte in Bezug auf die Ziele des Gesamtvorhabens deutlich werden (vgl. Abb. 2).

Abb. 2: Big Picture als Rahmen für die Modellkommune



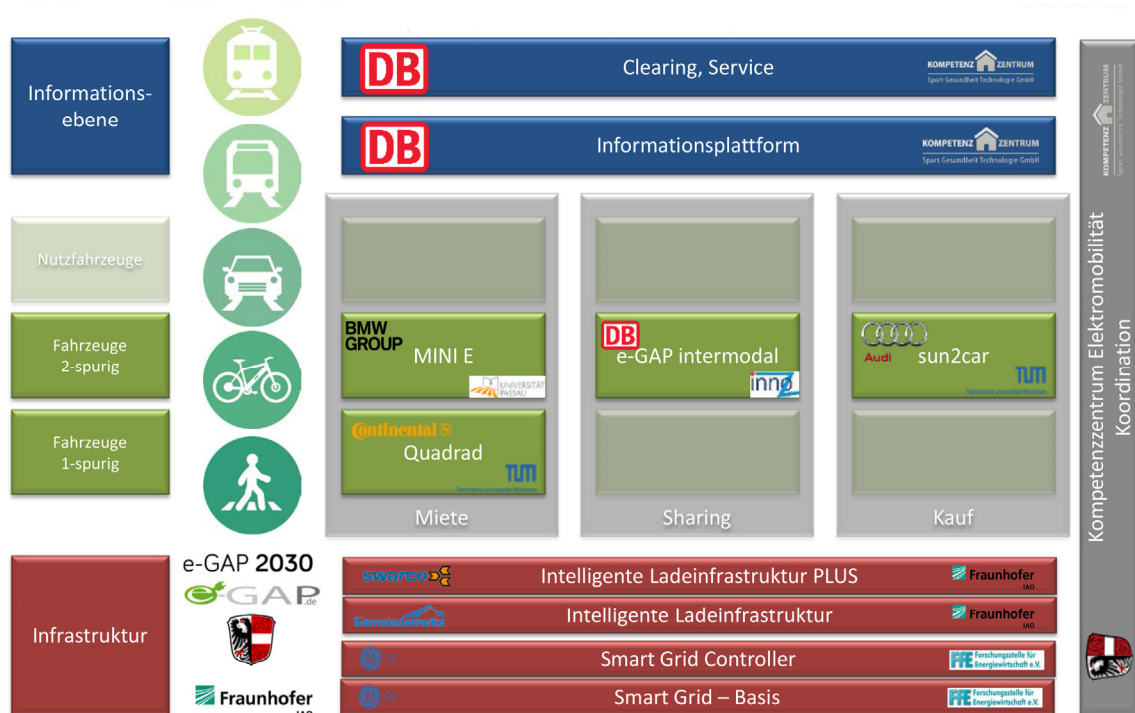
Aus dieser Grundannahme der Struktur einer „Modellkommune“ hat sich für das Vorhaben e-GAP eine vielfältige Gruppe von Unternehmen begeistern lassen, Fördervorhaben einzureichen und so die Erkenntnis über Elektromobilität im ländlichen Raum in der Phase des ersten Markthochlaufs zu stärken (vgl. Abb. 3).

Die Zuordnung der einzelnen Vorhaben in das Big Picture ergibt so ein gut ausgefülltes Gesamtbild mit unterschiedlichen Zielen und Ansätzen, welche jedoch insgesamt der Weiterentwicklung des übergeordneten Ziels – einer ganzheitlichen Betrachtung neuer Formen der Mobilität – dienen.

Abb. 3: Antragsteller und assoziierte Unternehmen in e-GAP (ohne Koordination)



Abb. 4: Einordnung der Projekte aus der Modellkommune Garmisch-Partenkirchen in das Big Picture



Im folgenden Abschnitt wird das Big Picture nun im Einzelnen erläutert und die dazugehörigen Einzelvorhaben werden einzeln verdeutlicht und bezüglich der bisher bekannten Ergebnisse aus den internen Projekttreffen vorgestellt.

2.2 Die Einzelprojekte

2.2.1 Infrastrukturprojekte

Basis für die elektromobile Zukunft ist eine sinnvoll ausgebaute bzw. angepasste Infrastruktur, die in Zeiten der Energiewende auch Probleme aufwirft, die mit den vielfältigen Stromerzeugungsanlagen und neuen Abnehmern wie Elektrofahrzeugen in den nächsten Jahren auch auf kommunaler Ebene gelöst werden müssen. Vorteil der Modellkommune in Garmisch-Partenkirchen ist die übersichtliche Komplexität von Playern im Bereich des Netzes und der Infrastruktur, sodass wenige Ansprechpartner zur Umsetzung von Neuerungen eine erleichterte Realisierung ermöglichen.

2.2.1.1 Energie – Smart Grid im kommunalen Bereich

Durch den radikalen Umbau der Energieerzeugungsstruktur von einer verbrauchsorientierten hin zu einer von fluktuierender Einspeisung bestimmten Struktur steigt die Belastung der Netze bereits heute maßgeblich. Unter anderem stellt es ein Problem dar, die fluktuierende Einspeisung mit der Last in Ausgleich zu bekommen. Diesen neuen Herausforderungen kann durch verschiedene Maßnahmen entgegengewirkt werden: Steuerung der Lasten oder Speicherung der erzeugten Energie. Eben hier ist Elektromobilität eine mögliche Stellgröße der Zukunft, die in diesem Projekt erforscht werden soll.

Mit der Masseneinführung von Elektroautos im Niederspannungsnetz stehen die Energieversorger vor einer großen Herausforderung, im Zeichen der Energiewende aber auch vor einer großen Chance. Bieten doch die prognostizierten Millionen Elektroautos eine hervorragende Puffermöglichkeit für überflüssigen regenerativen Strom, aber auch die Chance, über eine kurzzeitige kontrollierte Einspeisung netzstabilisierend zu wirken.

Wird bei dem heutigen Stand der Technik die Rückspeisung elektrischer Energie aus einer Flotte von Elektrofahrzeugen noch als Zukunftsmusik betrachtet, so kann schon alleine der Aspekt der kontrollierten Aufnahme elektrischer Energie eine erhebliche Rolle in der Energiewende spielen.

Vielmehr handelt es sich bei dem Katalysator Elektromobilität um eine notwendige, teilweise radikale Umrüstung unserer Netze. Dies ist vor dem Hintergrund der grundlegenden Umstellung von einer zentralen zu einer dezentralen Einspeisung mit einem immer steigenden Anteil an regenerativen Energien unumgänglich.

Die Energiewende, der schnelle Anstieg der erneuerbaren Energien sowie die zu erwartende zügige Marktdurchdringung der Elektrofahrzeuge stellen die Netze vor große, bisher nicht gekannte Herausforderungen. In diesem Vorhaben soll erstmalig für eine komplette Kommune der Schritt in Richtung eines ganzheitlichen, intelligenten Netzes (Smart Grid) gemacht werden. Ein Smart Grid sollte alle energierelevanten Größen aufnehmen und so miteinander verknüpfen, dass ein optimiertes Zusammenspiel von fluktuierender Einspeisung und der Vielzahl von unterschiedlich geprägten Lastgängen gestaltet werden kann (vgl. Nobis/Mauch 2012).

Ziel des Projekts ist eine Roadmap für ein ganzheitliches und zukunftsfähiges Versorgungsnetz. Erste ausgewählte Stellgrößen und Demonstratoren der Roadmap können bereits realisiert werden und als Vorbild für andere Betriebe und Kommunen dienen.

2.2.1.2 Ladeinfrastruktur

Die Herausforderung für die Kommune ist klar: zuverlässige Versorgung von Elektrofahrzeugen von Bürgern und Besuchern mit Strom aus regenerativen Energien. Die heute noch geringe Anzahl an zugelassenen Elektrofahrzeugen im deutschen Markt kann relativ problemlos an der heimischen Steckdose geladen werden. Der für die Zukunft erwartete steigende Markt für Elektrofahrzeuge bedarf jedoch einer entsprechend ausgebauten Ladeinfrastruktur, zum einen zur Verfügbarkeit von Strom im öffentlichen Feld und zum anderen für Schnell- und Induktivladesysteme, die nur im öffentlichen Umfeld sinnvoll installiert werden können. In Verbindung mit der Energieversorgung – weg von einer rein zentralen hin zu einer dezentralen Einspeisung – ist ein intelligentes Lade- und Lastmanagement für die kommunalen Stromversorger unumgänglich.

Im Projekt „Intelligente Ladeinfrastruktur“ werden verschiedene Typen von Ladestationen zu einem zusammenhängenden Ladeinfrastrukturnetz aufgebaut und wissenschaftlich evaluiert (vgl. Wagner/Rothfuss 2013). Der Schwerpunkt des Projekts liegt in der Entwicklung und Implementation eines diskriminierungsfreien Lademanagementsystems und der Einbindung des internationalen Verkehrs- und Reiseinformationsstandards TPEG, um eine intelligente Steuerung und Überwachung der Ladevorgänge zu gewährleisten.

Folgende Ansätze werden im Projekt „Intelligente Ladeinfrastruktur“ verfolgt:

- Intelligente Einbindung der bereits bestehenden bzw. zu installierenden Infrastruktur innerhalb der Modellkommune und des näheren Umlands in das Managementsystem, um den Betrieb insgesamt wirtschaftlicher zu machen
- Entwicklung von neuen Zusatzfunktionen, über deren (bezahlte) Nutzung ein wirtschaftlicher Betrieb sichergestellt werden kann
- Einbindung des neuen Verkehrs- und Reiseinformationsstandards TPEG zur Übermittlung nutzerrelevanter Informationen über die Zustände der Ladestationen in Garmisch-Partenkirchen
- Implementierung eines einheitlichen Authentifizierungsmechanismus (u.a. RFID-Karte) in Abstimmung mit dem Verbundprojekt „Smart Mobility“, dem Schaufensterprojekt „e-Tours Allgäu“ und der Mobilitätskarte der Deutschen Bahn AG

Im Rahmen des Projekts „Intelligente Ladeinfrastruktur“ wird erstmalig in Europa eine komplexe Struktur aus verschiedenen Ladeinfrastrukturen in einem von einer Steuerzentrale überwachten Lademanagementsystem zusammengefasst und Ladevorgänge werden simuliert und optimiert. Relevante Informationen werden gesammelt, selektiert und dem Nutzer zur Verfügung gestellt. Folglich können aus diesem Projekt wichtige Rückschlüsse hinsichtlich des Aufbaus von kompletten Ladeinfrastruktursystemen (Hardware und Software) für den zukünftigen roll-out der Elektromobilität gezogen werden. Die im Projekt entwickelten Systeme sind flexibel skalierbar und somit auf weitere, auch größere Regionen als die Modellkommune Garmisch-Partenkirchen übertragbar.

Die zu entwickelnde Ladeinfrastruktur soll diskriminierungsfrei, das heißt anbieteroffen, gestaltet werden, sodass sich sowohl während als auch nach Abschluss des Projekts alternative Anbieter von Ladestationen über ein offenes Protokoll diskriminierungsfrei in das Gesamtsystem einbinden lassen. Das System wird im Laufe der Arbeiten als integraler Bestandteil in das kommunale Smart Grid mit eingebunden.

2.2.2 Fahrzeugprojekte

2.2.2.1 Miete von Elektrofahrzeugen – Das Projekt BMW MINI E

Im Rahmen einer nachhaltigen Kommune Garmisch-Partenkirchen liegt der Fokus des Projekts auf der touristischen Vermietung von Elektrofahrzeugen (vgl. Mohr/Hribek/Mang 2012).

Im Rahmen dessen sollen zum einen heterogene Nutzergruppen für das Thema Elektromobilität sensibilisiert und deren Elektromobilitätserfahrungen erfasst werden. Durch den Kenntniserwerb der Kurz- als auch Langzeitwirkung von Elektromobilität kann deren Akzeptanz und Nachhaltigkeit in neuen, bisher nicht untersuchten Nutzergruppen mit weniger ausgeprägter Technikaffinität und einem geringeren elektromobilitätsspezifischen Wissenshintergrund untersucht werden.

Im Zuge des Projekts sollen Barrieren und Motivatoren erkannt werden, welche charakteristisch für das Erleben von Elektromobilität neuer Kundensegmente sind. Davon ausgehend sollen unterschiedliche Kundensegmente identifiziert und deren Ansprüche analysiert werden.

Zudem dient die Untersuchung des Nutzungsverhaltens elektromobilitätsspezifischer Angebote dem Aufdecken von Attraktivitätskriterien für Elektromobilitätsprodukte und deren unmittelbarer Anwendung in der Einbettung in intermodale Mobilitätsangebote

für Touristen. Ziel des Projekts ist die Entwicklung und Untersuchung von Anreizmodellen für Gäste zur Nutzung einer nachhaltigen intermodalen Mobilitätskette. Die wesentlichen Ziele sind:

- heterogene Nutzergruppen durch touristische Kurzzeitvermietung für das Thema Elektromobilität zu sensibilisieren und deren Nutzungserfahrungen zu erfassen,
- Motivatoren und Barrieren des Erlebens von Elektromobilität zu erkennen und davon ausgehend unterschiedliche Kundensegmente und deren Ansprüche zu identifizieren, und dadurch
- Attraktivitätskriterien für Elektromobilitätsprodukte aufzudecken, und
- diese Anspruchskriterien in eine intermodale nachhaltige Mobilitätskette einzubetten.

Als Ergebnis konnten nach einer 1,5-jährigen Projektlaufzeit unter anderem Rahmenbedingungen für touristisch orientierte Kommunen identifiziert werden, außerdem konnte auch eine Anforderungsstruktur an elektromobile Urlaubsangebote im Rahmen einer Vermietung erarbeitet werden (vgl. Mang/Hribek 2014).

Folgende Rahmenbedingungen müssen in der Urlaubsregion gegeben sein, um elektromobile Urlaubsangebote erfolgreich etablieren zu können:

Ausrichtung der Urlaubsregion auf sanften Tourismus:

- Elektromobilität als Ergänzung einer nachhaltigen Produktpalette
- Wegstrecken zu den wichtigsten touristischen Sehenswürdigkeiten und Ausflugszielen können problemlos mit einem Elektrofahrzeug zurückgelegt werden (Entfernung unter 130 km)

Analyse der Gästestruktur:

- Identifizierung von Berührungspunkten mit typischen Nutzern von Elektromobilitätsangeboten und Untersuchung des Anreise- und Mobilitätsverhaltens vor Ort zur bedarfsgerechten Angebotsgestaltung (Entwicklung intermodaler Angebote, Bereitstellung einer bedarfsgerechten Ladeinfrastruktur)

Vorhandensein eines ganzheitlichen und nachhaltigen Mobilitätskonzepts:

- Elektromobilität als ein Konzeptbaustein unter Berücksichtigung weiterer wichtiger Verkehrsträger und Mobilitätsformen (Rad- und Wanderwege, ÖPNV, Bahn)

Breiter Rückhalt in der Bevölkerung und bei Tourismusanbietern:

- Begeisterung für das Thema Elektromobilität und Investitionsbereitschaft
- Unterstützung der Autovermietung bei Produktentwicklung, Vermarktung und Vertrieb in Hinblick auf den zu erwartenden Mehrwert für die Gemeinde
- Engagement im Bereich Elektromobilität bedeutet nicht nur einen Mehrwert für die ausführende Autovermietung, sondern auch für die beteiligten Schlüsselpartner und die lokale Bevölkerung
- Kurzzeitvermietung von Elektrofahrzeugen führt bei touristischen Zielgruppen zu einer Sensibilisierung für das Thema Elektromobilität

Mit dem Projekt MINI E wurden über 1,5 Jahre verschiedene Angebotstypen für Touristen erarbeitet. Dabei war die lokale Autovermietung in der Rolle des Umsetzers, die For-

schungsteams generierten verschiedene Angebotstypen, wie Integration in Übernachtungspreis, Gesamtangebot Hotel und Fahrzeug. Daraus haben sich folgende Anforderungen für elektromobil zweispurige Angebote ableiten lassen, sodass Touristen sie als attraktiv wahrnehmen und buchen:

- Attraktive Preisgestaltung
- Ermittlung der Preisbereitschaft für das elektromobile Angebot beim Endkunden, vergünstigte Geschäftskundenpreise für Tourismusanbieter zur Verrechnung in Pauschalangeboten
- Bereitstellen der benötigten Ladeinfrastruktur
- Angebot von wertschaffenden Zusatzleistungen
- Ermäßigungen auf die Nutzung touristischer Infrastruktur (z.B. Bergbahnen), kostenloses Parken im Urlaubsort
- Ermäßigungen auf Eintrittspreise bei Sehenswürdigkeiten
- Bereitstellung von Informationsmaterial (Routenvorschläge) zur Verringerung der Reichweitenangst
- Anpassung an Bedürfnisse touristischer Zielgruppen: Verortung von Sehenswürdigkeiten, Gastronomiebetrieben etc.
- Einfacher und unkomplizierter Buchungsprozess
- Einsatz mobiler Dienste; Direktvertrieb über Tourismusanbieter

2.2.2.2 Sharing von Elektrofahrzeugen – Das Projekt e-GAP intermodal der DB

Ländliche Regionen brauchen neue Verkehrskonzepte. Autofahrende Touristen bringen Lärm und Abgas in die Orte, die sie wegen der Stille und frischer Luft aufsuchen. Die Bevölkerung altert und verringert sich, der klassische öffentliche Verkehr verliert an Bedeutung, die Straßen sind überfüllt, fossile Ressourcen werden knapp, die Auswirkungen des Klimawandels und hoher Flächenverbrauch verlangen nach neuen und vor allem integrierten Lösungen.

Elektromobilität und Carsharing werden als wesentliche Ansätze erachtet, um diese Probleme zu bewältigen. Mobilität wird sich nur dann nachhaltig gestalten lassen, wenn solche Ansätze in ein ganzheitliches Mobilitätskonzept integriert sind. Kern des Verbundprojekts e-GAP intermodal ist daher die Integration vielfältiger Mobilitätsangebote und e-Fahrzeuge in ein abgestimmtes Gesamtsystem vor Ort (vgl. Hinkeldein 2013).

Die Fahrt ins Grüne ist für viele Bürger aus den urbanen Zentren in der Freizeit eine attraktive Aktivität. Dabei ist der Zugang zu „grünen“ Zielen oftmals nicht mit öffentlichen Verkehrsmitteln komfortabel machbar. Insbesondere die „letzte Meile“ stellt für Touristen ein Hindernis dar, weil das Fahrziel Natur nicht mit dem Bahnhof identisch ist. Das Projekt e-GAP intermodal zielt darauf ab, die attraktiven Ziele in der Region Garmisch-Partenkirchen in einem intermodalen Modell der Mobilität auf der Basis rein elektrischer Energie erreichbar zu machen.

Aus Nutzersicht soll ein Gesamtsystem entstehen, in dem elektromobile Angebote, öffentlicher Verkehr und lokale touristische Angebote nahtlos zusammenarbeiten (Interoperabilität). Nutzer, Bewohner, Gewerbetreibende und insbesondere Touristen – nehmen die Integration nicht oder nur insofern wahr, als dass sie *einen* einfachen Zugang via Smartphone oder Mobilitätskarte zu *allen* Angeboten erhalten. Bei der Gestaltung der

Smartphone-App und der Mobilitätskarte soll sichergestellt werden, dass wesentliche Zugangsbarrieren, etwa undurchsichtige Tarifsysteme, unangenehme Warteschlangen und Barzahlungen an schlecht lesbaren Automaten wegfallen. Damit ermöglichen die beiden Schnittstellen – Smartphone oder Mobilitätskarte – die spontane Nutzung und bargeldlose Abrechnung der Dienstleistungen über Tarifgrenzen und Anbieter hinweg. Neben der ökologischen und sozialen Wirkungsanalyse sollen zu Projektende potenzielle Geschäftsszenarien und erfolgversprechende Geschäftsmodelle vorliegen. Damit adressiert das Projekt e-GAP intermodal alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit: Ökologie, Ökonomie und Soziales.

Das aktuell noch laufende Projekt stellt einen der wichtigsten Teilbereiche des Gesamtvorhabens dar, da sich mit diesem Ansatz neben der Erprobung eines neuartigen Antriebs auch die Untersuchung des Mobilitätsverhaltens der Zukunft anschließt. Dies ist vor allem im ländlichen Raum mit vielen Hürden verbunden, die sich aufgrund schlechterer Anbindung an klassische Mobilitätsangebote als in der städtischen Struktur automatisch ergibt. Die Modellkommune Garmisch-Partenkirchen macht jedoch trotzdem Hoffnung auf Umsetzbarkeit, da sich durch einen aktuell bereits hohen Anteil von Bahnreisen (etwa 20% der Gäste) der Mobilitätsbedarf vor Ort für eine Vielzahl von Besuchern konstruieren lässt.

Bisher lassen sich für dieses Vorhaben folgende Schlüsse ziehen:

- Das Angebot eines Carsharings ist für Bewohner einer ländlichen Region nur dann attraktiv, wenn die Alternativen teurer oder weniger komfortabel sind. Aktuell bedeutet dies in der ländlichen Umgebung Garmisch-Partenkirchens, dass das Carsharing mit dem privaten Kfz verglichen wird. Es ist daher zu vermuten, dass Carsharing nur dann eine tatsächliche Alternative werden kann, wenn die Kosten für den Nutzer deutlich unter denen des Kfz liegt. Die Einkommenssituation in und um Garmisch-Partenkirchen mit vielen gut situierten Familien lässt jedoch das Potenzial an Interessenten im Gegensatz zu anderen ländlichen Kommunen kleiner werden. Der Aspekt „Nachhaltigkeit“ stellt für die Nutzer isoliert keine Motivation dar, jedoch könnte man durch eine übergeordnete und gelebte Strategie in der Kommune Garmisch-Partenkirchen hier sicherlich positiv wirken.
- Für Besucher, insbesondere diejenigen, die mit der Bahn anreisen, ist das Angebot eines Carsharings sehr attraktiv, um die letzten Kilometer zurückzulegen. Ideal wäre natürlich eine nicht stationsgebundene Lösung, trotzdem mobilisieren die Carsharing-Fahrzeuge viele der Besucher.
- Ein tragfähiges Geschäftsmodell scheint nur dann darstellbar, wenn sich die Nutzung wochentags und an Wochenenden ergänzt. Daher ist es notwendig, Carsharing für Unternehmen parallel zur touristischen Angebotssituation optimal zu gestalten, um eine ausreichende Auslastung für das System zu bekommen.
- Carsharing stellt sich im Verlauf des Projekts aufgrund begrenzter Fahrzeuge und begrenzter Nutzbarkeit immer nur als ein Baustein des individuellen Mobilitätswunsches dar. Die Vernetzung der Angebote und die geringe Zugangshürde erscheinen daher für alle Verkehrsmodi als unabdingbarer Schritt zur Steigerung des Komforts dieser neuen Art der Mobilität. Allerdings sind die technischen Möglichkeiten der einzelnen Systeme (Ortsbus, Bahn, Taxi, Autovermietung, Carsharing) oftmals technisch unterschiedlich weit entwickelt, weshalb die Lösung des Zugangs- und Abrechnungssystems nicht trivial zu sein scheint.

2.2.2.3 Kauf von Elektrofahrzeugen – Das Projekt Audi sun2car

Ziel des Projektes ist es, durch Betreiben einer Erfahrungsflotte von 10 A1 e-tron Elektrofahrzeugen in der Region Garmisch-Partenkirchen greifbare und verwertbare Erfahrungsdaten in Betrieb, Nutzung und Betreuung von Elektrofahrzeugen im alltäglichen, privaten Nutzungsbereich im ländlichen Raum zu erhalten, die mit einem möglichst hohen Anteil an erneuerbaren Energien (Photovoltaikanlage des Kunden) geladen wurden. Als Referenzfahrzeug wird der gleichen Kundengruppe nach Ablauf des sechsmonatigen Einsatzes des A1 e-tron ein Technikträger des A3 TCNG oder ein klassischer A1 TFSI Benzinzer zur Verfügung gestellt.

Abb. 5: Technikträger A1 e-tron



Das Vorhaben hat mehrere Ziele. Zunächst gilt es, das Kundenverhalten bezüglich der unterschiedlichen Fahrzeuge festzuhalten und zu analysieren. Darunter fallen beispielsweise Punkte wie:

- Erproben der Tauglichkeit und Akzeptanz eines E-Fahrzeuges mit Range-Extender als Zweit- oder Drittfahrzeug für Premiumkunden in ländlichen, bergigen Gebieten, die über einen eigenen Stellplatz, eine Lademöglichkeit und über eine Photovoltaikanlage verfügen
- Erproben des Fahrverhaltens der Kunden mit dem neuen elektromobilen Antriebskonzept (Anforderungen an eine energieeffiziente Fahrzeugauslegung)
- Beobachtungen und Befragungen zum Mobilitätsverhalten (Anzahl der Wege, Zielwahl, Verkehrsmittelwahl, Routenwahl) mit persönlicher Verfügbarkeit des Elektrofahrzeugs bzw. des Vergleichsfahrzeugs
- Erprobung, inwiefern CO₂-neutrales Fahren (rein elektrisch gegenüber dem Vergleichsfahrzeug) genutzt wird, die Reichweitenbedarfe abdeckt und den Kundenanforderungen entspricht

- Gesamtbeurteilung der Effekte in Hinblick auf umweltfreundliche, lokale Mobilitätskonzepte und auf eine globale nachhaltige Entwicklung
- Entwicklung einer Methodik zur Berechnung von CO₂-Vermeidungskosten in Abhängigkeit der Kapazität stationärer Speicher basierend auf den Lastgängen von Elektrofahrzeug, Haushalt und Photovoltaikanlage
- Abschätzung des Potenzials zur Verwendung von Second-Life-Batterien als stationäre Speicher basierend auf den wesentlichen Kenngrößen Kapazität und Leistung

Parallel zu diesen Fragestellungen werden von der Technischen Universität München Kundenanalysen durchgeführt, die auf Basis einer eigens entwickelten Smartphone-App umfangreiche Daten zum Nutzerprofil und Mobilitätsprofil aufzeichnet. Daraus werden wesentliche Erkenntnisse und Erfahrungswerte für eine Beurteilung und Bewertung von Veränderungen im alltäglichen Mobilitätsverhalten durch die Verfügbarkeit individueller Elektromobilität erwartet. Durch die Analyse der Bewegungsprofile über Smartphones wird dem Kunden die ganzheitliche CO₂-Bilanz über den Tag bzw. die Woche angezeigt. Somit wird erwartet, dass der Nutzer sein Verhalten so anpasst, dass seine individuelle CO₂-Bilanz sich verbessert.

Neben dieser Mobilitätsbetrachtung fokussiert sich das Projekt auch auf die Vernetzung des Elektrofahrzeugs mit dem Haushalt der ausgewählten Familien. Die Zielgruppe dieses Forschungsvorhabens sind Kunden, die über einen eigenen Stellplatz verfügen, eine Lademöglichkeit haben und mit einer Photovoltaikanlage ausgestattet sind. Zusätzlich zur Mobilitätsfassung wurde die Wohnung des Kunden mit einem intelligenten Stromzähler („Smart Meter“) ausgestattet, wodurch es möglich ist, den Energiebedarf für Wohnen und Mobilität zu erfassen und darüber hinaus auch die Energieerzeugung der Photovoltaikanlage aufzuzeichnen. Als erste Erkenntnisse lässt sich festhalten, dass es den Kunden möglich ist, etwa 50 % ihres Energiebedarfs für die Mobilität aus der eigenen Photovoltaikanlage zu speisen. Dies stellt tatsächlich eine Besonderheit dar, die vor allem im ländlichen Raum mit vielen privaten Photovoltaikanlagen zur weiteren Entwicklung der Elektromobilität beitragen kann. Allerdings ist der Einsatzbereich der Fahrzeuge aus dem Flottenversuch auf den Nahverkehr begrenzt, was für den ländlichen Raum ein hemmender Faktor sein kann.

2.2.2.4 Einspurig-zweispurige Mobilität – Das Projekt Quadrat

Parallel zu den Fahrzeugprojekten auf zweispuriger Basis beinhaltet das Big Picture auch einspurige Mobilität als wichtige Ergänzung des Angebots an vernetzten Mobilitätsformen. Das vorliegende Projekt greift diesen Bedarf auf mit dem Ziel der Entwicklung eines zweispurigen Fahrrads mit Elektroantrieb (vgl. Steffan/Lienkamp 2012).

Getrieben vom steigenden Mobilitätsbedürfnis und Umweltbewusstsein der Gesellschaft erfreuen sich elektrisch angetriebene Kleinstfahrzeuge einer rasant wachsenden Beliebtheit. Beim Quadrat handelt es sich dabei um eine Art Fahrrad mit vier einzeln gefederten Rädern, das im Vergleich zu einem herkömmlichen Fahrrad einen deutlich größeren Nutzwert bei gleichzeitig gesteigerter Fahrsicherheit und Fahrkomfort bietet. Angetrieben wird es über Pedale durch die Muskelkraft des Fahrers, der dabei zusätzlich von einem Elektromotor unterstützt wird. Rechtlich gesehen ist es einem Pedelec gleichgestellt und somit ohne Zulassung und Führerschein fahrbar.

Besonders großes Potenzial verspricht die Einführung von derartigen elektrifizierten Mikromobilitätskonzepten in stark touristisch geprägten Regionen, da die dort vorhandene Infrastruktur dem hohen Mobilitätsbedürfnis der Touristen kaum gewachsen ist.

Ausgehend vom Grundkonzept werden dazu für verschiedene touristische, gewerbliche und private Einsatzszenarien konkrete Fahrzeugmodelle konzipiert und ausgearbeitet.

Im Vergleich zu Elektroautos bieten Elektrofahrräder zwei wesentliche Vorteile. Zum einen sind sie wesentlich günstiger in der Anschaffung, was neben dem generell einfacheren Aufbau auch dem vergleichsweise kleinen elektrischen Energiespeicher zu verdanken ist. Der Unterhalt ist ebenfalls sehr kostengünstig, da für Pedelecs keine gesonderte Versicherung und Versteuerung erforderlich ist. Zum anderen besteht bei Überschreitung der möglichen elektrischen Reichweite, die typischerweise nicht weit unter der von Elektroautos liegt, nicht die Gefahr, hilflos liegenzubleiben – das Elektrofahrrad lässt sich in der Regel auch allein durch Muskelkraft fortbewegen. Einschränkungen muss der Fahrradfahrer jedoch in puncto Fahrkomfort, Sicherheit und Transportkapazität hinnehmen. Besonders Letzteres verhindert den Einsatz eines Fahrrades in vielen verschiedenen privaten und auch gewerblichen Anwendungen, für die herkömmliche Automobile deutlich überdimensioniert erscheinen. Das Fahrzeugkonzept Quadrad soll diese Marktlücke schließen, indem es niedrige Kosten mit einem hohen Maß an Komfort und Transportkapazität verbindet. Dabei werden vier Anwendungsfelder definiert: Tourismus, Transport, Sport und Stadt. Im Rahmen des Forschungsprojekts werden diese Konzepte entwickelt und für einen Funktionalitätstest in Garmisch-Partenkirchen aufgebaut. Der Einsatz wird im Rahmen eines Vermietkonzeptes realisiert, da sich der technische Aufwand, das Rad zu pflegen und den Service sicherzustellen, in einer zentralen Ausleihstelle am besten lohnt.

Abb. 6: Verschiedene Einsatzszenarien des Quadrads



Quelle: Technische Universität München, Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik

3 Zusammenfassung

Garmisch-Partenkirchen ist ein ländlicher touristischer Raum mit besonderer Strahlkraft. Eben deshalb erhofft man sich aus Aktivitäten wie der Modellkommune für diese besondere Raumsituation interessante Erkenntnisse.

Elektromobilität verspricht in stark touristisch geprägten Kleinstädten ein besonders großes Potenzial an Veränderungskraft, da die vorhandene Infrastruktur dem hohen Mobilitätsbedürfnis der Touristen kaum gewachsen ist, wie sich immer wieder zeigt. Zudem stehen hohe Schadstoff- und Lärmemissionen sowie Staus nicht nur in einem starken Gegensatz zu dem Wunsch der Urlauber nach Ruhe und Entspannung, sondern stellen auch eine zunehmende Belastung für die einheimische Bevölkerung dar. Auch die um-

liegenden Naturräume, die die Basis der touristischen Attraktivität bilden, werden direkt (Schadstoffe, Straßenbau) und indirekt (saurer Regen, Klimaerwärmung) geschädigt.

Der Veränderungsprozess ist jedoch oftmals schwer zu vollziehen. Trotzdem lassen sich aus dem Vorhaben und der Erfahrung verschiedene Thesen formulieren, die Grund und Anlass für die Hinwendung zu neuer Mobilität für Bürger, Unternehmen und Kommunen sein sollen:

e-GAP-Thesen (Stand 2014)

- Elektromobilität hat drei Seiten: Technologie, Mobilität, Raum.
- Elektromobilität braucht öffentliches und privates Engagement.
- Elektromobilität ist Motor für die Regionalförderung.
- Elektromobilität erhöht die Standortattraktivität.
- Elektromobilität ist Antrieb und Katalysator für die Energiewende.
- Elektromobilität braucht im ländlichen Raum öffentliche Infrastruktur.
- Die Wirkungen von e-Mobilität erreicht eine Vielzahl von gesellschaftlich relevanten Themen: Gesundheit, Erholung, Umwelt, Demografie, Soziales, Wirtschaft, Freizeit, Urlaub.
- Elektromobilität ist nur ganzheitlich sinnvoll weiterzuentwickeln: Infrastruktur, IT-Lösungen, Fahrzeuge.
- Elektromobilität braucht Konsequenz und Ausdauer.
- Elektromobilität ist ein Startschuss.

Räumliche Implikationen der neuen Mobilitätsformen und -technologien ergeben sich durch die Schaffung einer öffentlichen Ladeinfrastruktur und dadurch neu zu schaffenden kleinen Mobilitäts-„Hotspots“, welche für den Nutzer neuer Formen der Mobilität an Bedeutung gewinnen. Ähnlich wie in der Energieerzeugung könnte man von einer mehr und mehr dezentralisierten Struktur öffentlich nutzbarer, persönlicher Mobilitätsangebote sprechen. Zudem lassen sich über die neuen Mobilitätsformen Veränderungen des Nutzwertes von Raum für unterschiedliche Zielgruppen in ländlichen Regionen festhalten. Die Anbindung an die Metropolräume durch neue (e-)Mobilitätsangebote könnte die Attraktivität des ländlichen Raums für „Stadtarbeiter“ verbessern.

Somit trägt die Mobilitäts- und Technologiewende in der Mobilität zur nachhaltigen Raumentwicklung bei. Die Veränderung der Antriebstechnologie schafft durch die bisher bestehende Begrenzung der Reichweite des Kfz eine Begrenzung des Bewegungsradius der Nutzer. Dies rückt den regionalen Wirtschaftskreislauf mehr in den Vordergrund, vor allem im touristischen Kontext. Der Gast einer Region bleibt so tatsächlich im engeren Umfeld seines Urlaubsorts, nutzt die dort vorhandenen Angebote und Produkte und fördert so stärker die regionale Wirtschaftskraft. Diese mögliche „Regionalisierung“ der Mobilität kann besonders für ländliche Räume spannende Chancen für nachhaltige Veränderung bieten. Ein weiterer wichtiger Beitrag kann in der ganzheitlichen Betrachtung von neuer Mobilität liegen, indem man Mobilitäts- und Energiewende räumlich parallel weiterentwickelt und den erheblichen Anteil der Mobilität am Energie- und Klimahaushalt als Motivator zum weiteren Ausbau von lokalen Energieerzeugungsanlagen nutzt.

So entstehen aus der e-Mobilität in allen Facetten in den verschiedenen Strukturräumen unterschiedliche Chancen und Risiken, die bei der Weiterentwicklung der (e-)Mobilität im ländlichen Raum, im Umfeld von Metropolen und Metropolen selbst beachtet werden sollten.

Als Chance im städtischen Raum gilt, dass Elektromobilität als Alternative zum Kfz, vor allem im Sharing-Modell und als Fahrzeug für berufliche Mobilität und in der Logistik fungieren kann. Die Ergänzung des vielfältigen Angebots im städtischen Raum birgt jedoch auch das Risiko, dass sich die einzelnen Mobilitätsformen „kannibalisieren“ und nur der Preis für den Nutzer am Ende entscheidet. Dieser Preiskampf der Anbieter könnte die Etablierung neuer Technologien behindern. Anders im ländlichen Raum, in dem Elektromobilität als Ergänzung des ÖPNV und im privaten Nutzen dazu dienen könnte, den weiteren Ausbau der Energiewende durch eine nachhaltige Verkehrswende beidseits zu stärken. Leider ergibt sich im Moment das Risiko, dass durch zögerlichen Hochlauf der e-Mobilität und geringe Reichweite eine geringe Akzeptanz und Durchdringung bestehender „Verbrennerstrukturen“ im ländlichen Raum anhält.

Der Zusammenhang zwischen regionalen und in die Zukunft gerichteten Mobilitätskonzepten und der Raumattraktivität, der wirtschaftlichen Entwicklung und der touristischen Leistungsfähigkeit besonders ländlicher Räume könnte politischen Entscheidern den Weg hin zur aktiven Arbeit an neuen Mobilitätskonzepten erleichtern. Dabei ist es vor allem notwendig, das Feld der Mobilität mit nachhaltigen Schwerpunkten als elementaren Teil der Daseinsvorsorge neu zu etablieren. Dies ist in der aktuellen gesellschaftlichen Entwicklung vor allem in eher strukturschwachen Gebieten und ländlichen Räumen besonders sinnvoll.

Literatur

- Bundesregierung (2009): Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung. Berlin.
- Hinkeldein, D. (2013): Verbundantrag e-GAP intermodal Projekt. München (unveröffentlicht).
- Mang, S.; Hribek, G. (2014): Abschlussbericht MINI E Projekt in GAP. Passau (unveröffentlicht).
- Mohr, S.; Hribek, G.; Mang, S. (2012): Verbundantrag MINI E Garmisch-Partenkirchen. München (unveröffentlicht).
- Nobis, P.; Mauch, W. (2012): Verbundantrag Smart Grid – Basis für eine elektromobile Zukunft. München (unveröffentlicht).
- Steffan, M.; Lienkamp, M. (2012): Verbundantrag Quadrat in e-GAP. München (unveröffentlicht).
- Wagner, S.; Rothfuss, F. (2013): Verbundantrag intelligente Ladeinfrastruktur in e-GAP. Garmisch-Partenkirchen.

Autor

Dr. phil. **Christoph Ebert**, Jahrgang 1976, Geschäftsführer Kompetenzzentrum Sport Gesundheit Technologie GmbH Garmisch-Partenkirchen, Koordinator e-GAP.

Ralf Klein

Elektromobilität – Entwicklungen bei Pedelecs

Gliederung

- 1 Rahmenbedingungen für Elektromobilität im Fahrradsektor
 - 1.1 Ressourcenabhängigkeit des heutigen Verkehrssystems
 - 1.2 Körperkraft- und Elektromobilität als postfossile Alternativen im Verkehr
 - 1.3 Modal Split und neue Mobilitätsmuster
 - 1.4 Pedelecs in Politik und Verkehrsplanung
- 2 Strukturen und Entwicklungen im Bereich Pedelecs
 - 2.1 Elektrozweiradtypen
 - 2.2 Marktentwicklung von Pedelecs
- 3 Einsatzfelder und Nutzergruppen für Pedelecs
 - 3.1 Pedelecs im Alltagsverkehr
 - 3.2 Einsatz im Pendelverkehr
 - 3.3 Dienstleistungssektor
 - 3.4 Einkauf und Kindertransport
 - 3.5 Erweiterung des ÖPNV-Radius
 - 3.6 Senioren und körperlich Eingeschränkte
 - 3.7 Tourismus
 - 3.8 Nutzerakzeptanz
- 4 Räumliche Aspekte und Infrastruktur
- 5 Fazit und Ausblick

Literatur

Kurzfassung

Die elektrische Unterstützung des Fahrradfahrens bietet in Verbindung mit verschiedenen Modelltypen Potenziale für Intensivierung und Ausweitung dieser im Betrieb emissionsfreien Mobilitätsform, was die noch sehr jungen Entwicklungen im Bereich der Pedelecs bzw. E-Bikes bereits deutlich erkennen lassen. Der Beitrag zeigt diese Entwicklungen sowie verschiedene Einsatzfelder und Nutzergruppen auf. Die weitere Zunahme dieses Segments stellt zum einen Anforderungen an die Gestaltung des Raums, wie z. B. die Dimensionierung der Radwege (Breite, Kurvenradien), Trennung vom Fußgängerverkehr, Schaffung von Radschnellwegen, Sicherung der Erkennbarkeit (Kreuzungen, Einmündungen), Bereitstellung von abschließbaren Einstellgaragen und überwachten Parkhäusern insbesondere an Verkehrsknotenpunkten (Bahnhöfe, Haltestellen), im urbanen Woh-

numfeld Berücksichtigung von Abstellmöglichkeiten in der Bebauungsplanung, Verfügbarkeit von Ladeinfrastruktur. Zum anderen wird es zu Verlagerungen im Modal Split kommen, was die Substitution von Fahrten mit dem Auto aber durchaus auch mit anderen Verkehrsmitteln wie dem konventionellen Fahrrad oder dem Öffentlichen Verkehr sein kann.

Schlüsselwörter

Pedelecs – Elektromobilität – E-Bikes

Electromobility – Developments in the field of pedelecs

Abstract

Electrically assisted cycling in combination with various model types offers potential to intensify and extend this form of mobility, which is characterised by its emission-free operation. This can be clearly seen by considering the very recent developments in the field of the pedelec or e-bike. This paper discusses these developments and various fields of application and user groups. Further growth of this segment places demands on the structuring of space, for instance in terms of the dimensions of cycling paths (width, curve radii), separation from pedestrians, creation of fast lanes for bicycles, ensuring visibility (crossroads, junctions), provision of lockable garages and guarded parking blocks especially at transport hubs (stations, public transport stops), consideration of parking options in building plans for urban residential areas, and availability of charging infrastructure. Furthermore, a shift in modal split is to be expected; this may involve the substitution of journeys by car but also of other means of transport such as the conventional bicycle or public transport.

Keywords

Pedelecs – E-Mobility – E-Bikes

1 Rahmenbedingungen für Elektromobilität im Fahrradsektor

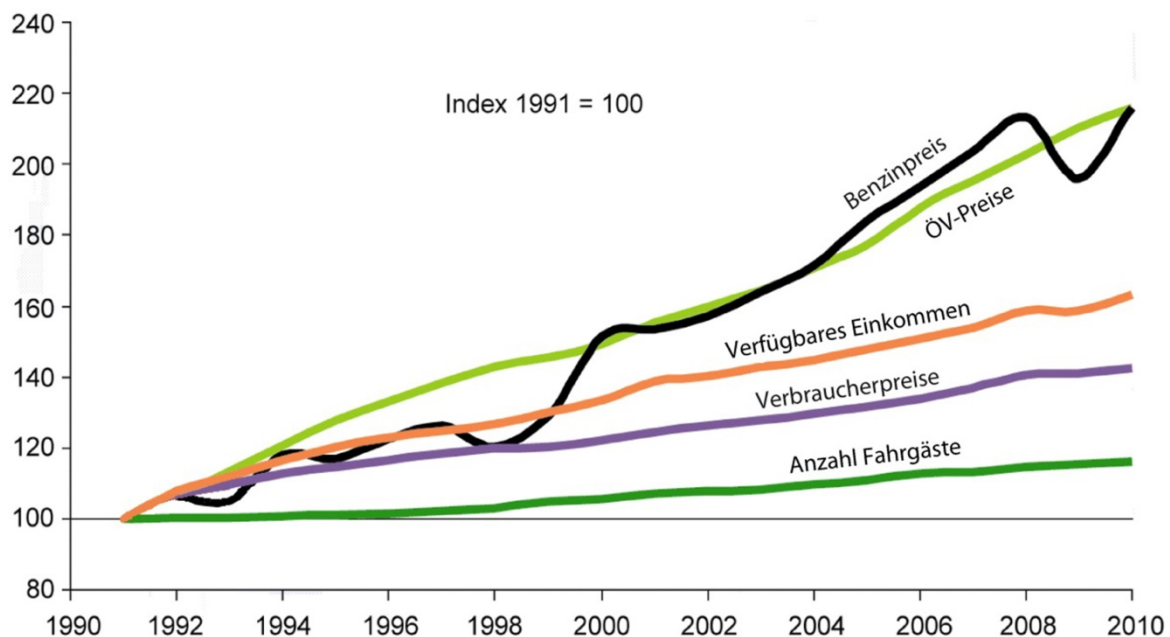
Die Entwicklung der räumlichen Mobilität wird besonders durch die Umwelteinwirkungen des Verkehrs beeinflusst. Neben Flächenverbrauch, Abgasen und Feinstaubemissionen, Lärm und Unfällen zählt hierzu besonders der Klimawandel durch den Energieverbrauch und den CO₂-Ausstoß. Obwohl in den vergangenen Jahren zunehmend in die Umweltverträglichkeit von Pkw investiert wurde, lag der Anteil der CO₂-Emissionen des deutschen Straßenverkehrs 2010 bei 17,4%. Im Vergleich zu 2005 bedeutet dies einen Anstieg um 0,2 Prozentpunkte. Während der gesamte CO₂-Ausstoß in Deutschland im Zeitraum von 1990 bis 2010 um 17,6% verringert wurde, konnte der Straßenverkehr nur einen Rückgang von 3,3% verbuchen (UBA 2012: 44). Aufgrund der hohen Umweltbelastung insbesondere der städtischen Räume gewann die Diskussion über eine nachhaltige Verkehrsgestaltung in den vergangenen Jahren immer mehr an Bedeutung. Den Grundpfeiler bilden hierfür die drei aufeinander aufbauenden hierarchischen Handlungsziele Verkehrsminimierung, Verkehrsverlagerung und Verkehrsverbesserung (Gather/Kagermeier/Lanzendorf 2008: 64). Dabei scheint es, dass vor allem das wichtigste dieser Ziele, die Minimierung, oft am wenigsten in Betracht gezogen wird. In ihrem Weißbuch für Verkehr möchte die Europäische Kommission im Gegenteil „Verkehrswachstum gewährleisten und Mobilität unterstützen bei Erreichung des Emissionsminderungsziels von

60%“ (Europäische Kommission 2011: 5). Im Hinblick auf die beiden anderen Handlungsziele soll jedoch die Nutzung von Pkw mit Verbrennungsmotor im Stadtverkehr bis 2030 halbiert und bis 2050 komplett vermieden werden. Weiterhin sei die „Erreichung einer im wesentlichen CO₂-freien Stadtlogistik in größeren städtischen Zentren bis 2030“ (Europäische Kommission 2011: 10) anzustreben. Durch diese Ziele wird die Verkehrsplanung der Länder, auch in Deutschland, vor eine große Herausforderung gestellt (zu den Rahmenbedingungen vgl. auch den Beitrag Wappelhorst in diesem Band).

1.1 Ressourcenabhängigkeit des heutigen Verkehrssystems

Unser heutiges Verkehrssystem basiert nahezu vollständig auf der Nutzung von Erdöl. Durch die Motorisierung des Verkehrs wurde eine schnelle Raumüberwindung ermöglicht, welche wiederum disperse Siedlungsmuster, entfernungsintensive Lebensstile, einen flexiblen Arbeitsmarkt und somit das Pendeln zwischen verschiedenen Standorten förderte (Würdemann/Held 2009: 753). Ein großer Teil der alltäglichen Mobilität, die als selbstverständlich gesehen wird, ist somit abhängig vom endlichen Rohstoff Erdöl und steht gleichzeitig in Konkurrenz mit anderen Sektoren, welche einen wachsenden Energiebedarf besitzen. Mit rund 2 Mrd. Tonnen Rohöleinheiten beansprucht der Verkehrssektor etwa die Hälfte der globalen Erdölproduktion (Stöhr 2009: 806). Für die Europäische Union wird ein Anstieg der Importabhängigkeit von 82% im Jahr 2007 auf 92% in 2030 erwartet (Rothfuss/Le Bris 2013: 42). Diese Abhängigkeit sorgt im Zusammenspiel mit den schwindenden Ölreserven seit Erreichen des „Peak Oil“ im Jahr 2006 bereits jetzt für stark ansteigende Benzinpreise (vgl. Abb. 1).

Abb. 1: Preisentwicklungen in Deutschland seit 1991



Quelle: ARL (2011: 2)

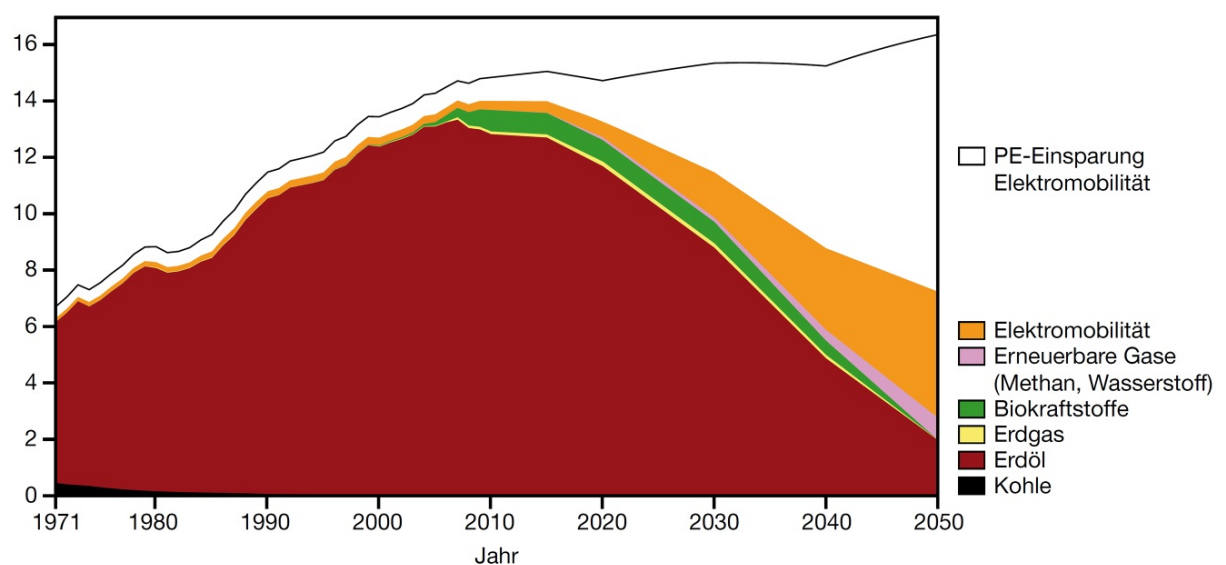
Zusammen mit steigenden Nahrungsmittelpreisen ergeben sich immer höher werdende Lebenshaltungskosten. Bereits heute gibt die Hälfte der Haushalte, die kein Auto besitzen, als Grund für einen Pkw-Verzicht die hohe finanzielle Belastung an (Infas/DLR

2010: 59). Die Erreichbarkeit bestimmter Orte ist für diese Haushalte mit einem erhöhten Aufwand verbunden.

1.2 Körperkraft- und Elektromobilität als postfossile Alternativen im Verkehr

Die Substitution von herkömmlichen Pkw durch Elektrofahrzeuge verringert die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen. Gleichzeitig soll durch den hohen Wirkungsgrad der Elektromotoren (90–98%) im Gegensatz zu Verbrennungsmotoren (35%) ein hoher Anteil Primärenergie eingespart werden (vgl. Abb. 2). Dadurch soll sich der Endenergieverbrauch bis zum Jahr 2050 um rund die Hälfte verringern. Die Reduzierung der CO₂-Emissionen ist allerdings nur realisierbar, wenn der für den Antrieb der Elektrofahrzeuge benötigte Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt wird (Klein 2013: 24).

Abb. 2: Angestrebter Endenergieverbrauch im Verkehrssektor der EU-27



Quelle: WBGU (2011: 160)

Die Ausweitung der Körperkraftmobilität stellt neben der Verbesserung der Energieeffizienz des motorisierten Individualverkehrs das zweite große Handlungsfeld zur Verringerung von Energieverbrauch, Emissionen und der Verkehrsdichte dar. Der aus dem englischen „human power mobility“ abgeleitete Begriff ersetzt außerdem das Bild „vom negativ definierten ‚nichtmotorisierten Verkehr‘, der dann als Restverkehr dem ‚eigentlichen‘ Verkehr zuliefert“ (Würdemann/Held 2009: 761). Vor allem in verdichteten Räumen bestehen aufgrund der vorhandenen Infrastruktur heute kaum Hindernisse, einen Teil der Fortbewegung auf Körperkraftmobilität umzustellen (vgl. Tab. 1). Die Fortbewegung mit einem Pedelec stellt eine Hybridversion aus Körperkraft- und Elektromobilität dar. Körperbetätigung bei der Fortbewegung wirkt sich zudem positiv auf die Gesundheit, beispielsweise auf das Herz-Kreislauf-System aus. Die European Cyclist Federation (ECF) beziffert den Anteil der „Health benefits“ an den gesamten internen und externen Nutzen des Radfahrens auf etwa 80 %, weitere 18 % entfallen auf die Verkehrsentlastung. Nach ECF betragen die Nutzen (benefits) mehr als das Doppelte der ökonomischen Wirkungen (impacts) auf den Tourismus und die Fahrradindustrie. Die Kalkulation der gesundheitlichen Nutzen basiert auf der Verwendung von HEAT (Health Economic Assessment Tool for cycling and walking), das von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) entwickelt wurde (ECF 2013: 4).

Tab. 1: Motorische Fähigkeiten und Alltagsnutzen beim Radfahren

Fähigkeiten	Alltagsnutzen
Ausdauer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verbesserte allgemeine Leistungsfähigkeit, Prävention kardiovaskulärer Risikofaktoren ▪ Stärkung des Immunsystems ▪ Positiveffekt auf die Psyche (Ausgeglichenheit)
Kraft	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausgeprägtes Muskelkorsett schützt vor Dysbalancen ▪ Ausgeprägte Muskulatur erhöht den Energieumsatz unter Ruhebedingungen mit der Folge, dass man nicht so schnell zunimmt
Schnelligkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es kommt zu einer verbesserten Reaktionsfähigkeit und dadurch zu einer Sturzprophylaxe, weil angemessener in den jeweiligen Situationen gehandelt werden kann
Koordination	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Radfahren schult die Koordination und dadurch das Körpergefühl. Im Alltag kann besser auf unvorhersehbare Situationen reagiert und der Körper besser im Gleichgewicht gehalten werden (z. B. beim Ausweichen vor einem Objekt)
Beweglichkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Es kommt zu einer Mobilisation der großen Hauptgelenke, wie Knie-, Hüft- und Schultergelenk. Dies ist gerade bei Personen, die sitzende Tätigkeiten ausüben, als Ausgleich von großer Bedeutung

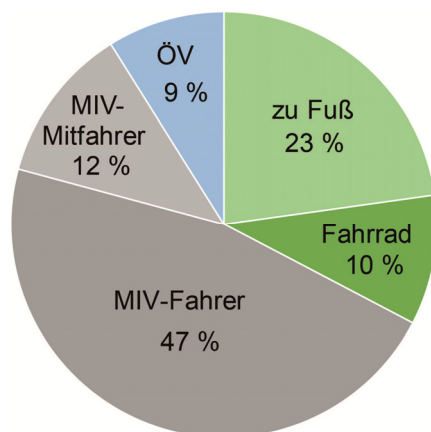
Quelle: Froböse (2006: 33)

In ländlichen Gebieten ist diese Art der Mobilität aufgrund der dispersen Siedlungsstruktur und der daraus resultierenden langen Wege als Alternative zu beruflich bedingten Pendelverkehren allerdings nur bedingt zu realisieren. Möglichkeiten eröffnen sich durch die Kombination mit anderen Verkehrsmitteln an Verkehrsknotenpunkten wie z. B. Bahnhöfen, Haltestellen oder P+R-Plätzen. Durch die Nutzung von Fahrrädern bzw. Pedelecs für den mit „last mile“ bezeichneten Streckenabschnitt kann eine Entlastung verdichteter Räume erreicht werden. Zu Freizeitaktivitäten werden in ländlichen Räumen Fahrräder seit jeher und Pedelecs immer mehr genutzt.

1.3 Modal Split und neue Mobilitätsmuster

Im Jahr 2008 wurden in Deutschland für ein Zehntel der 281 Mio. täglichen Wege Fahrräder verwendet (vgl. Abb. 3). Im Bereich der Körperkraftmobilität dominieren die Fußgänger mit einem Anteil von 23 %. Beide sind „Nahverkehrsmittel“ vor allem für Wege bis zu fünf Kilometern Länge (Infas/DLR 2010: 97).

Abb. 3: Modal Split in Deutschland 2008



Quelle: Eigene Darstellung nach Infas/DLR (2010: 25)

Es lassen sich aber Trends zu einer Veränderung der Mobilitätsmuster insbesondere junger Erwachsener, vor allem in urbanen Räumen, ausmachen. Der Stellenwert des Besitzes eines Autos sinkt. Auch wird ein späterer Erwerb des Führerscheins nicht nur in Deutschland, sondern auch in anderen Industrienationen, bemerkenswerterweise sogar in den USA, beobachtet. Des Weiteren geht der Anteil an jungen Erwachsenen an den Neuwagenkäufern seit geraumer Zeit konstant zurück. Als Resultat aus diesen Entwicklungen scheinen derzeit noch vor allem junge Menschen flexibler bei der Verkehrsmittelwahl zu sein und weisen ein zunehmend multimodales Mobilitätsverhalten auf (Lanzendorf/Schönduwe 2013: 39). Durch die bisher beschriebenen Veränderungen der Nachfrageseite haben sich dementsprechend zahlreiche neue Mobilitätsangebote entwickelt. Neue Arten der Automobilnutzung wie Carsharing legen eine geringere Gewichtung auf den Pkw-Besitz. Beispiele hierfür sind das Peer-to-Peer-Carsharing, wobei meist eine Privatperson ihr Fahrzeug zur Nutzung für andere zur Verfügung stellt, und das One-Way-Carsharing von Automobilherstellern wie BMW und Daimler. Ergänzend zum Carsharing, das hauptsächlich auf Stadtgebiete begrenzt ist, stellen Mitfahrzentralen im Internet eine Alternative für Reisen zwischen den Städten dar.

Aber auch im Fahrradbereich verbreitert sich das Angebot. Fahrradverleihsysteme, wie das „Call a Bike“-Angebot der Deutschen Bahn, entsprechen praktisch dem One-Way-Carsharing und fördern zusammen mit „Bike+Ride“-Systemen sowie weiter verbreiteten Fahrradabstellanlagen die Kombination mit dem Öffentlichen Verkehr. Nicht zuletzt platzieren sich Pedelecs selbst als neuer Fahrradtyp in diesem neuen Angebotsumfeld.

In der Synthese der Entwicklungen von Angebot und Nachfrage lässt sich eine grundsätzliche Veränderung und Ausdifferenzierung in der Mobilitätslandschaft erkennen. Diese kann die Durchsetzung von Elektrofahrrädern zum einen erleichtern, zum anderen kann hier jedoch auch eine Konkurrenzsituation auftreten. Ob sich letztere tatsächlich manifestiert, hängt auch von der Bereitschaft der Mobilitätsdienstleister ab, mit den vermeintlichen Konkurrenten zusammenzuarbeiten und eventuelle Synergieeffekte auszunutzen (Lanzendorf/Schönduwe 2013: 38).

1.4 Pedelecs in Politik und Verkehrsplanung

Die Regierung hat mit der Förderung von Radverkehr und Elektromobilität die Möglichkeit, das zukünftige Verkehrsverhalten maßgeblich in Richtung Nachhaltigkeit zu lenken. Im Jahr 2009 hat die Bundesregierung den Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität verabschiedet, der die Forschung und Entwicklung, Marktvorbereitung und Markteinführung der Elektromobilität unterstützen sollte. Zwar werden laut der Definition von Elektromobilität im Rahmen des Nationalen Entwicklungsplans Elektromobilität Zweiräder, somit auch Pedelecs, einbezogen, der Fokus der Maßnahmen liegt jedoch stark auf der Entwicklung im automobilen Sektor. Explizit werden Elektrofahrräder nur im Zusammenhang mit Maßnahmen im öffentlichen Raum erwähnt (Bundesregierung 2009: 26).

Parallel zum Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität hat das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (ehemals Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) für die alltags- und nutzerorientierte Erprobung das Programm „Modellregionen Elektromobilität“ eingerichtet. In acht Modellregionen (Berlin/Potsdam, Hamburg, Bremen/Oldenburg, Rhein-Ruhr, Sachsen, Rhein-Main, Region Stuttgart und München) wurde unter zahlreichen Schwerpunkten auch die Integration der verschiedenen Verkehrsträger in die Elektromobilität untersucht (BMVBS 2011). In allen Regionen außer München und Hamburg wurden dabei Pedelecs in den Fuhrpark einbezogen. Im Umsetzungsbericht des BMVBS wird allerdings betont: „Im Bereich der Fahrräder geht es

nicht um die Förderung handelsüblicher Pedelecs, sondern um das Erschließen von Innovationspotenzialen der Pedelecs in der Mobilitätsgestaltung“ (BMVBS 2011: 12). Als beispielhafte Projekte werden der Einsatz von Pedelecs im betrieblichen Mobilitätsmanagement, Pedelecs in der Wohnungswirtschaft und die Nutzung in städtischen Verleihsystemen genannt. Elektrofahräder bilden im Bericht erstmals ein eigenes Handlungsfeld innerhalb der Modellregionen. Gleichzeitig fehlt eine Plattform für die Darstellung oder Auswertung der bisherigen Erfahrungen mit Pedelecs. Die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE), welche 2010 ins Leben gerufen wurde und der Bundesregierung in regelmäßigen Abständen Fortschrittsberichte für die Entwicklung der Elektromobilität vorlegt, konzentriert sich auf den Fortschritt im automobilen Sektor und bezieht Pedelecs nicht mit ein (NPE 2012). Elektroräder werden zwar in Projekten zur Elektromobilität berücksichtigt, eine Synthese dieser Erfahrungen auf höherer Ebene findet jedoch nicht statt. Der Fokus liegt in diesem Gebiet deutlich auf der automobilen Entwicklung.

Um das Entwicklungspotenzial des Fahrrades für ein auf Nachhaltigkeit ausgerichtetes Verkehrssystem aufzuzeigen und möglichst zu nutzen, veröffentlichte die Bundesregierung 2002 den Nationalen Radverkehrsplan 2002–2012. Er enthielt verschiedene Maßnahmen und Handlungsvorschläge zur Förderung in den Bereichen Radtourismus, Alltagsverkehr oder Vernetzung von Verkehrsmitteln. Die Hauptverantwortung für die Umsetzung lag bei den Ländern und Kommunen. Da von Pedelecs zum Veröffentlichungszeitpunkt allenfalls in Asien gesprochen wurde, waren diese noch nicht berücksichtigt (BMVBW 2002).

Der nun aktuell vorliegende Nationale Radverkehrsplan (NRVP) 2020 stellt neun Handlungsfelder, die auch untereinander in Zusammenhang stehen, vor: Radverkehrsplanung und -konzeption, Infrastruktur, Verkehrssicherheit, Kommunikation, Fahrradtourismus, Elektromobilität, Verknüpfung mit anderen Verkehrsmitteln, Mobilitäts- und Verkehrserziehung, Qualitäten schaffen und sichern (BMVBS 2012). Es wird der dynamischen Entwicklung von Pedelecs Rechnung getragen und dieser ein eigenes Handlungsfeld eingeräumt. Im Rahmen von Lösungsstrategien will sich der Bund für eine zeitnahe Vereinheitlichung der Ladesysteme einsetzen und die Ausbildungsordnung im Bereich des Fahrradfachhandels an die Aspekte der Elektromobilität anpassen. Die Länder werden aufgefordert, Pedelec-gerechte Abstellmöglichkeiten zur Verfügung zu stellen und alte Anlagen nachzurüsten oder neue entsprechend zu gestalten. Den gesellschaftlichen Akteuren kommt mittels Aufklärungsarbeit und Training die Aufgabe zu, Nutzer und andere Verkehrsteilnehmer für die besonderen Eigenschaften von Pedelecs zu sensibilisieren (BMVBS 2012: 49).

Im Rahmen der übrigen Handlungsfelder werden Pedelecs bei den miteinander zusammenhängenden Themen der Radverkehrsplanung, Radinfrastruktur und der Sicherheit sowie im Tourismus mit einbezogen. Der höheren Geschwindigkeit soll sowohl mit einem allgemeinen, qualitativ hochwertigen und ausreichend dimensionierten Wegenetz Rechnung getragen werden als auch mit der Berücksichtigung bei Untersuchungen zur Verkehrssicherheit. Der Nationale Radverkehrsplan 2020 betont außerdem die Notwendigkeit einer flächendeckenden Radverkehrsnetzplanung, in deren Rahmen die unterschiedlichen Nutzergruppen, beispielsweise auch Lastenräder oder Fahrräder mit Anhänger, berücksichtigt werden. Hierzu soll der Radverkehr nicht nur bei der Verkehrsentwicklungsplanung eine Rolle spielen, sondern auch in andere Planungskonzepte wie die Bauleit- und Regionalplanung integriert werden (BMVBS 2012: 18 ff.). Als realistisches Ziel wird im Nationalen Radverkehrsplan eine deutschlandweite Erhöhung des Radverkehrsanteils von aktuell 10 % auf 15 % bis 2020 gehalten. Besonderes Potenzial kommt

dabei besagten „Einsteigern“ zu. Es wird jedoch nicht darauf eingegangen, inwieweit Pedelecs diese Erhöhung beeinflussen oder sogar verstärken können. Fest steht, dass Deutschland im Vergleich mit seinen Nachbarn, den Niederlanden oder Dänemark, die einen Radverkehrsanteil von 31% und 19% aufweisen können, noch einigen Spielraum „nach oben“ hat (BMVBS 2012: 77).

Nach einem Modell der European Cyclists' Federation (ECF) werden bei der Förderung des Radverkehrs, somit auch von Pedelecs, die unterschiedlichen Entwicklungsstufen der einzelnen Kommunen berücksichtigt. Zur Einordnung werden der Modal-Split-Anteil und das Niveau der institutionellen Radverkehrsförderung herangezogen und die Kommunen in drei Gruppen eingeteilt: Einsteiger (Radverkehrsanteil <10%), Aufsteiger (10–25%) und Vorreiter (>25%) (BMVBS 2012: 13 f.). Vor allem in Einsteiger-Kommunen, die beispielsweise aufgrund ihrer Topographie einen geringen Radverkehrsanteil aufweisen, können Pedelecs als bequemer Einstieg dienen.

2 Strukturen und Entwicklungen im Bereich Pedelecs

Während die Automobilindustrie daran arbeitet, die Zielvorgaben der Bundesregierung, bis 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen zu bringen, umzusetzen, hat die Fahrradindustrie die Zahl von einer Million Elektrorädern längst überschritten.

2.1 Elektrozweiradtypen

Elektrisch angetriebene Zweiräder, im Englischen auch Light Electric Vehicle (LEV) genannt, umfassen alle Fahrzeugkonzepte mit einem elektrischen (Hilfs-)Antrieb und einem Gewicht von bis zu 400 kg. Die weitere Unterteilung hängt von der Art der Motorunterstützung ab (vgl. Tab. 2).

Tab. 2: Merkmale der Elektrozweiradtypen

	Pedelec	S-Pedelec 45	E-Bikes i. e. S.
Unterstützung	beim Treten	beim Treten bis 45 km/h und rein elektrisch bis 20 km/h	rein elektrisch bis 20 km/h
Motornennleistung	bis 250 W	bis 500 W	bis 500 W
Motorabregelung	25 km/h	20 km/h (elektrisch), 45 km/h (mit Treten)	entfällt
Fahrerlaubnis	nein	M	M
Betriebserlaubnis	nein	ja	ja
Pflichtversicherung	nein	ja	ja
Kennzeichen	nein	ja	ja
Versicherung	Hausrat- oder Haftpflicht	Versicherungskennzeichen	Versicherungskennzeichen
Fahrweg	Radweg	Straße und Radweg ohne Motor und außerhalb geschlossener Ortschaften	Straße und Radweg außerhalb geschlossener Ortschaften
Helmpflicht	nein	ja	Nein

Quelle: Manthey (2012: 71)

Fahrräder, die nicht alleine durch den Elektromotor angetrieben werden, werden als Pedelec (Pedal Electric Cycle) oder EPAC (Electric Power Assisted Cycle) bezeichnet. Die Motorunterstützung schaltet nur zu, wenn pedaliert wird. Kann das Rad ausschließlich mit dem Motor angetrieben werden, wird es allgemein als E-Bike oder E-Scooter be-

zeichnet. Letztere zeichnen sich vor allem durch ihr Design aus, welches meist dem konventionellen Roller nachempfunden ist (Roetynck 2010: 40). Die rechtliche Grundlage für Elektrofahrräder bildet in Europa die Gesetzgebung der EU. Laut der Richtlinie 2002/24/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, welche die Typgenehmigung für zweirädrige oder dreirädrige Kraftfahrzeuge regelt, sind „Fahrräder mit Trethilfe, die mit einem elektromotorischen Hilfsantrieb mit einer maximalen Nenndauerleistung von 0,25 kW ausgestattet sind, dessen Unterstützung sich mit zunehmender Fahrzeuggeschwindigkeit progressiv verringert und beim Erreichen einer Geschwindigkeit von 25 km/h oder früher, wenn der Fahrer im Treten einhält, unterbrochen wird“ (EU 2008: 4) von der Typgenehmigung ausgeschlossen. Somit sind Pedelecs in den EU-Staaten rechtlich als Fahrräder einzustufen. In Deutschland wurde dies im Straßenverkehrsgesetz (StVG) unter §1 Abs. 3 entsprechend verankert. Sie benötigen also keine Zulassung, können auf Radwegen gefahren werden und für sie besteht keine Helmpflicht. Alle Fahrzeuge, welche diese Leistungsgrenzen überschreiten, sind als elektrisches Kleinkraftfahrzeug einzustufen, solange ihre Geschwindigkeit 45 km/h und die Motorleistung 4 kW nicht übersteigt. Dies betrifft E-Bikes und E-Scooter ohne Tretunterstützung sowie die schnellen Pedelecs (Pedelec 45/S-Pedelec). Letztere können bis 20 km/h meist rein elektrisch angetrieben werden und sind darüber hinaus durch Tretunterstützung bis zu 45 km/h schnell, bevor der Motor abregelt. Elektrozweiräder, welche diese Geschwindigkeits- bzw. Leistungsgrenzen überschreiten, gelten als Leichtkraftfahrzeuge, deren Benutzung die Fahrerlaubnis A1 erfordert.

Im alltäglichen Gebrauch wie z. B. auch in Fachmagazinen und auf entsprechenden Internetpräsenzen wird der Begriff E-Bike als Sammelbegriff für Elektrofahrräder verwendet, nicht zuletzt auch deshalb, weil der Anteil der nicht trittkraftunterstützten Zweiräder deutlich unter 10% liegt. Auch der Zweiradindustrieverband (ZIV) verwendet den Begriff in diesem Sinne. Da zur Darstellung der Marktsituation und Marktentwicklung im Wesentlichen auf die Jahresberichte des Zweiradindustrieverbandes zurückgegriffen wird, erfolgt hier die Verwendung des Begriffs E-Bike in der Regel ebenfalls im allgemeinen Sinn.

Betrachtet man die Übersicht der verschiedenen Elektrozweiradtypen, haben Pedelecs bisher aufgrund ihrer eindeutigen Ausweisung als Fahrräder, welche den Erwerb und die Nutzung gegenüber anderen Elektrozweirädern erheblich unkomplizierter macht, einen klaren Vorteil am Markt und aktuell das größte Durchsetzungspotenzial. S-Pedelecs haben den Vorteil der höheren Geschwindigkeit, was insbesondere für Pendler von großem Interesse ist, es bestehen aber auch deutliche Nachteile: Es ist eine Fahrerlaubnis erforderlich, es besteht Helmpflicht, es fallen durch die Versicherungspflicht laufende Kosten an und vor allem ist die Nutzung von Radwegen, aber auch von Flur- und Waldwegen in der Regel nicht erlaubt, was die Verkehrswegewahl einschränkt, insbesondere wenn seitens der Nutzer eine Entkoppelung vom Straßenverkehr gewünscht ist.

Das Antriebssystem, bestehend aus Motor und Akku, bestimmt maßgeblich die Reichweite und auch die Kosten eines Pedelecs. Erstere ist besonders in Anbetracht raumanalytischer Fragestellungen relevant, während letztere sich vor allem auf dem Fahrradmarkt bemerkbar machen und im Hinblick auf die Nutzerakzeptanz berücksichtigt werden müssen. Der Preis eines Pedelecs wird zu 20–30 % durch die Kosten des Akkus beeinflusst. Aktuelle Akkumodelle können mit einem Gewicht zwischen zwei und sechs Kilogramm ein Viertel des Gesamtgewichts des Rades ausmachen (Grett/Neupert/Köstle 2013: 86). Gewicht und Preis sowie die Leistung und die daraus resultierende Reichweite

Abb. 4: Elektrozweiradtypen

a) Trekking / Touren



Quelle: Eigene Aufnahme

b) Lasten-Pedelec



Quelle: commons.wikimedia.org

c) Komfort / Stadt



Quelle: Pixabay, public domain

d) S-Pedelec



Quelle: greenmover.de

e) Mountain-Bike



Quelle: KTM Fahrrad GmbH 2013, public domain

f) E-Bike Powerklasse



Quelle: commons.wikimedia.org

hängen dabei von der Akkutechnologie ab. Während in China für Elektrofahrräder aufgrund der niedrigen Kosten immer noch oft der Blei-Akku verwendet wird, kommen in Europa vermehrt Lithium-Ionen-Batterien zum Einsatz. Lithium-Ionen-Akkus sind relativ temperaturstabil, allerdings sind Li-Verbindungen reaktionsfreudig, sodass jeder Akku zum sicheren Betrieb mit einem Batterie-Management-System ausgestattet werden

muss, welches den Preis anhebt. Bezogen auf das Akkugewicht stellen sie die höchste Leistung zur Verfügung und bieten damit auch einen Reichweitenvorteil (Roetynck 2010: 44 f.). Gängige Akkus mit einer Kapazität von 400 Wh, z.B. 2014er Version von Bosch, besitzen eine realistische Reichweite von 80–100 km. Somit liegt der durchschnittliche Energieverbrauch bei rund 0,5 Kilowattstunden je 100 Kilometer oder fünf Wattstunden pro Kilometer.

Neben dem Akku sind der Motor und der Controller, der die Motorunterstützung regelt, die entscheidenden Bauteile eines Pedelecs. Grundsätzlich gibt es drei Motorarten. Der Nabenmotor kann sowohl im Vorder- als auch im Hinterrad verbaut werden. Beide Varianten besitzen den Vorteil, dass sie nachrüstbar und relativ einfach einzubauen sind. Der Mittelmotor wird als Tretlagermotor verbaut, weshalb er nicht nachgerüstet werden kann. Der Schwerpunkt des Rades wird jedoch in die Mitte verlagert und liegt relativ tief, was im Allgemeinen den Fahrkomfort erhöht und für ein sicheres Fahrgefühl sorgt.

In Bezug auf die verschiedenen Fahranlässe, Nutzungsmotive und Verwendungszwecke sind verschiedene Typen von Elektrofahrzeugen entwickelt worden (für eine Auswahl vgl. Abb. 4).

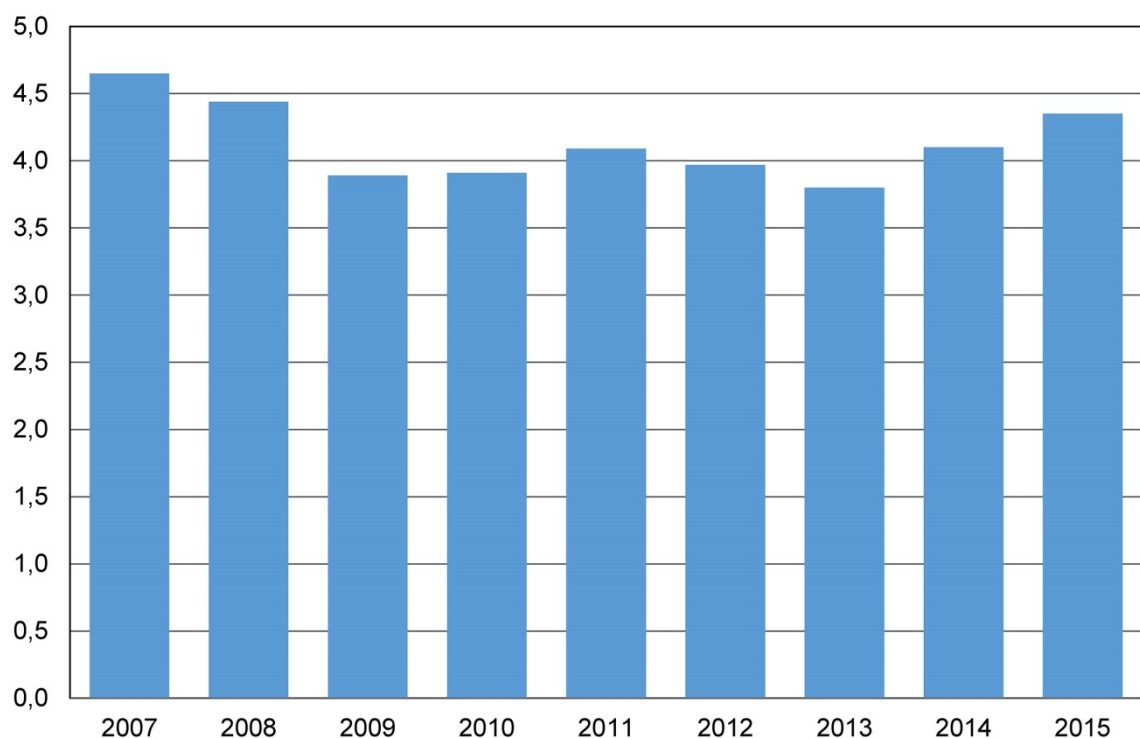
2.2 Marktentwicklung von Pedelecs

Um einen Überblick über die Marktentwicklung von Pedelecs zu erhalten, ist es sinnvoll, zunächst den Fahrradmarkt als Ganzes zu betrachten. Im internationalen Vergleich ist China mit Abstand der größte Markt für Elektrozweiräder. Dort begann die Förderung auch bereits um die Jahrtausendwende, sodass 2011 in China um die 33 Millionen elektrische Zweiräder verkauft wurden. Schätzungen zufolge liegt der Bestand bei rund 200 Millionen (Neupert 2012: 69). Dabei ist allerdings zu beachten, dass einen Großteil davon Elektroroller ausmachen, welche durch die Montage von Pedalen als Fahrräder verkauft werden können. Weitere fördernde Aspekte waren hohe Abgaben oder gar das Verbot von Zweirädern mit Verbrennungsmotor in vielen Städten sowie die Energieversorgung durch die preiswerten Blei-Akkus. Da ein großer Teil der chinesischen Energie durch Kohle erzeugt wird, kann Elektromobilität hier auch nicht automatisch mit nachhaltiger Mobilität in Verbindung gebracht werden. Wirtschaftlich gesehen steht in jüngster Zeit vor allem der wachsende Export nach Europa im Vordergrund, sodass auch die Qualitätsansprüche der chinesischen Hersteller langsam zunehmen und vermehrt ein Fokus auf die Produktion der umweltverträglicheren Lithium-Ionen-Akkus gelegt wird (Wei 2013).

Das Gegenteil zum chinesischen bildet der japanische Markt für E-Bikes. Dort führte die Regierung bereits 1992 für E-Bikes, welche als Fahrräder gelten sollten, die strenge Regelung ein, „dass die Motorkraft nur proportional zur Muskelkraft eingesetzt werden darf“ (Neupert 2012: 69). Infolgedessen werden in Japan nur Pedelecs verkauft. Im Jahr 2012 wurden in Japan rund 1 Million Fahrräder produziert, 38 % davon waren Pedelecs, welche knapp 70 % des Produktionswertes ausmachten (JBPI 2013: 1). Die Tatsache, dass Japan keine E-Bikes exportiert, verdeutlicht deren Einfluss auf den heimischen Markt. Nicht zuletzt dadurch scheint das Land als Pionier den Anschluss an die internationale Konkurrenz verloren zu haben. Zwar findet man zahlreiche japanische Antriebs- und Akkusysteme auch auf dem europäischen Markt, jedoch konnten Hersteller wie Yamaha, Sanyo oder Panasonic ihre Pedelec-Modelle in Europa nicht durchsetzen (Beckendorff 2012; Beckendorff 2013).

Betrachtet man die Entwicklung des Fahrradmarktes in Deutschland, lässt sich feststellen, dass die Anzahl der an die Händler verkauften Fahrräder und E-Bikes (vgl. Abb. 5) seit 2007 im Zuge der Wirtschaftskrise zurückging und sich anschließend auf einem mehr oder weniger konstanten Niveau hält. 2014 wurden rund 4,1 Millionen Fahrräder und E-Bikes verkauft, was einem Verkaufswert von insgesamt 2,16 Mrd. Euro entspricht. In Europa ist Deutschland mit einem Anteil von 19% der größte Absatzmarkt vor Großbritannien (17%) und Frankreich (14%). 2014 wurden in Deutschland 2,14 Mio. Fahrräder und E-Bikes produziert. Damit nimmt Deutschland in Europa nach Italien (23%) bei der Produktion den zweiten Rang ein (19%). Mit einigem Abstand folgen Polen (8%) sowie die Niederlande, Belgien und Portugal mit je 7%. Der Gesamtbestand an Fahrrädern betrug 2014 in Deutschland 72 Millionen (COLIBI-COLIPED 2014: 12, 19; ZIV 2014: 62 ff.).

Abb. 5: Absatz von Fahrrädern und E-Bikes in Deutschland 2007 bis 2015 in Millionen Stück



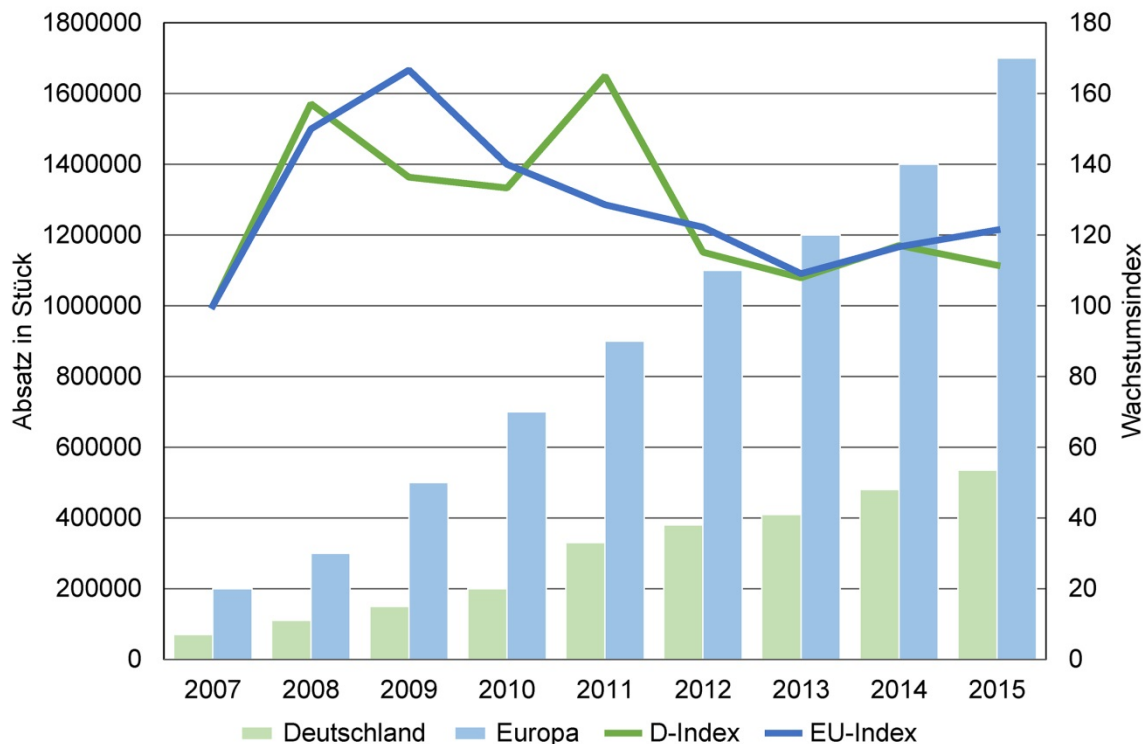
Quelle: Eigene Darstellung nach Daten des Zweirad-Industrie-Verbandes (ZIV)

Im Gegensatz zum allgemeinen Fahrradmarkt konnten E-Bikes im selben Zeitraum ein rapides Wachstum verzeichnen mit einem Spitzenwert von 65% im Jahr 2011 (vgl. Abb. 6). Dadurch stieg der Anteil an E-Bikes am Fahrrad-Gesamtmarkt 2014 auf 12% an. Mit den im Jahr 2012 380.000 verkauften Elektrofahrrädern ist die Marke von 1 Million bereits erreicht worden. 2014 sind es bereits 2,1 Millionen.

Der Einfluss der E-Bikes spiegelt sich auch im durchschnittlichen Preis für Fahrräder wider. Dieser stieg in den letzten Jahren von 446 Euro (2009) auf 528 Euro (2014) an, wobei auch hier der größte Zuwachs 2011 zu verzeichnen war (ZIV 2015: 62). Verglichen mit dem Preis von 345 Euro vor dem „Pedelec-Boom“ (2005) ergibt sich ein beachtlicher Zuwachs von über 50%. Mit einem durchschnittlichen Preis von über 2.000 Euro sind E-Bikes somit ein nicht zu unterschätzender wirtschaftlicher Faktor. Die Anzahl der in Deutschland produzierten E-Bikes stieg von 127.000 im Jahr 2010 um mehr als das Dop-

pelte auf 264.000 Stück im Jahr 2012 an. Gleichzeitig sank der Anteil der Importe am Absatz. Derzeitig scheint der Marktanteil inländischer Hersteller zu wachsen, wovon auch der Fachhandel profitiert, auf den 2014 rund 70 % des Vertriebes entfielen. Internetversender haben einen Anteil von 11 %, SB-Warenhäuser und Baumärkte einen Anteil von 19 % (ZIV 2015: 69). Auf europäischer Ebene ergibt sich für den Absatzmarkt von E-Bikes ein ähnliches Bild wie in Deutschland. Seit 2007 haben sich die Verkaufszahlen versiebenfacht. Die Wachstumsraten auf dem europäischen Markt sind mit denen auf dem deutschen Markt vergleichbar.

Abb. 6: Absatz in Stück und Wachstumsindex von E-Bikes in Deutschland und Europa



Quelle: Eigene Darstellung nach Daten des Zweirad-Industrie-Verbandes (ZIV)

Als Land mit langer Fahrradtradition aufgrund der günstigen topographischen Faktoren spielten die Niederlande in Europa die Vorreiterrolle für Elektrozweiräder. Im Vergleich zum asiatischen Raum gewann jedoch auch dort das E-Bike erst in den letzten Jahren an Beliebtheit. Innerhalb der EU sind Holland und Deutschland derzeit die größten Absatzmärkte für Electric Power Assisted Cycles mit einem gemeinsamen Anteil von fast 70 % (COLIBI-COLIPED 2014: 23). Wirft man allerdings einen Blick auf die Anzahl an Pedelecs bezogen auf die Einwohnerzahl der Länder in Europa, rangieren neben den zwei großen Akteuren vorne auch die Schweiz, Dänemark und Österreich. Der Marktanteil konnte sich in der Schweiz von 1 % im Jahr 2006 auf beachtliche 20 % im Jahr 2015 steigern. Mit 66.322 verkauften E-Bikes hat sich der jährliche Absatz in diesem Zeitraum verzwanzigfacht. In der Schweiz ist dabei die Beliebtheit von schnellen E-Bikes besonders auffällig. Im Jahr 2015 benötigten 17.311 bzw. 26 % der verkauften Elektrofahrräder eine Typengenehmigung für den Betrieb bis zu einer Höchstgeschwindigkeit von 45 km/h (Velosuisse 2016: 1). In Österreich lag der Marktanteil 2014 bereits bei 12 % und damit

gleichauf mit Deutschland (CONEBI 2015: 19, 23). Im Rahmen der Klimaschutz-Initiative des Bundes „klima:aktiv“ gab es eine bundesweit angelegte Förderkampagne. Bis zum Jahr 2012 wurde auf Bundesebene die Anschaffung von Pedelecs für Kommunen, Vereine und Betriebe und auf Landesebene oder darunter zusätzlich auch für Privatpersonen subventioniert. Seit 2013 beschränkt sich die Förderung nunmehr auf die erste Gruppe. Am österreichischen Beispiel wird jedoch deutlich, dass die Entwicklung von Pedelecs mit dem Klimawandel in Zusammenhang gebracht wird.

3 Einsatzfelder und Nutzergruppen für Pedelecs

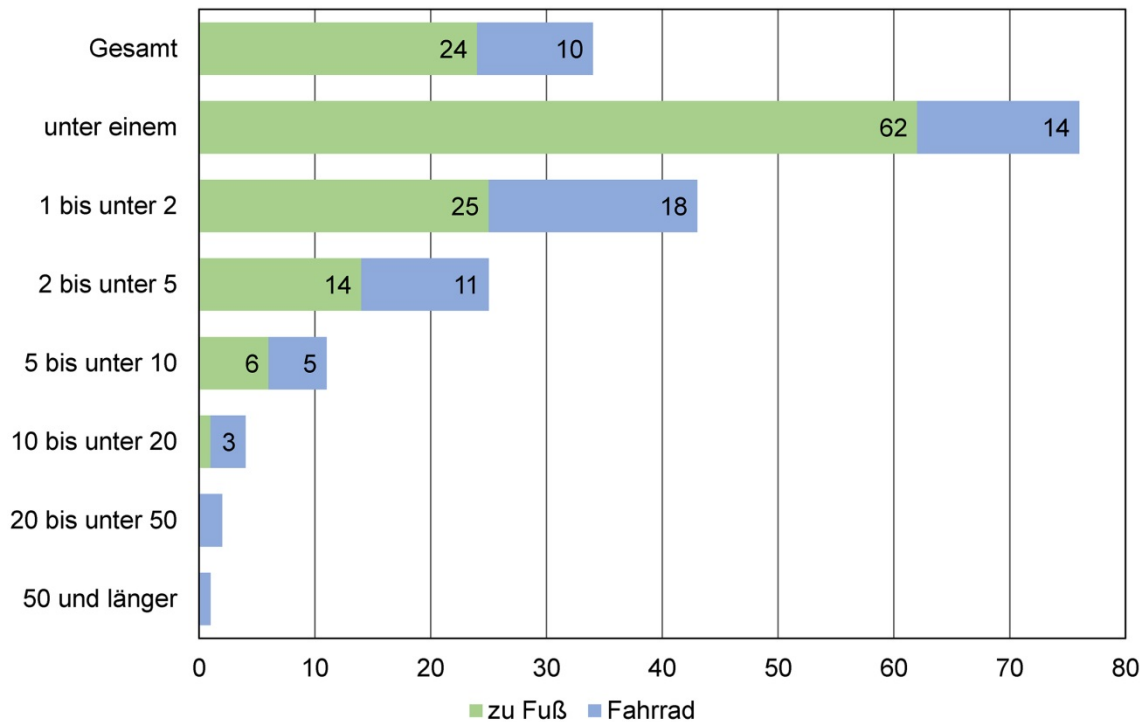
Die überaus positive Marktentwicklung von Pedelecs ist vor allem auf die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten der verschiedenen Pedelectypen sowohl im privaten als auch im beruflichen Bereich zurückzuführen. Für die jeweiligen Nutzergruppen sind durch die elektromotorische Unterstützung des Radfahrens entscheidungswirksame Vorteile vorhanden. Die folgenden Ausführungen erheben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit, sondern dienen einem Überblick.

3.1 Pedelecs im Alltagsverkehr

Das vermutlich größte Potenzial von Pedelecs liegt in der Substitution von Fahrten des motorisierten Individualverkehrs. Mit 135 Millionen Tonnen jährlich werden nahezu 85 % des CO₂-Ausstoßes des Gesamtverkehrs durch den Alltagsverkehr verursacht. Hier wiederum ist für die Hälfte der Emissionen der Berufs-, Geschäfts- und Ausbildungsverkehr verantwortlich, gefolgt von Einkaufsfahrten und dem Freizeitverkehr. Dabei ist rund die Hälfte der in Deutschland mit dem Pkw zurückgelegten Wege kürzer als fünf Kilometer. Würden 50 % dieser kurzen Wege stattdessen auf dem Fahrrad oder zu Fuß zurückgelegt, ergäbe sich im Alltagsverkehr eine CO₂-Einsparung von 5,8 Millionen Tonnen im Jahr (DIFU 2011a: 2 f.). Bezogen auf den Gesamtausstoß wäre dies eine Abnahme von 4 %. Durch Pedelecs lässt sich dieses Potenzial aufgrund der höheren Reichweite und Geschwindigkeiten noch ausweiten. Denn betrachtet man die Modal-Split-Anteile der Körperkraftmobilität am gesamten Verkehrsaufkommen nach Wegelängen (vgl. Abb. 7), fällt auf, dass diese im Bereich von unter einem Kilometer zwar dominiert, danach jedoch schnell abfällt. Das Rad kann danach bei Wegen bis zu zwei Kilometern zwar etwas zulegen, allerdings bleibt sein Anteil bis zu zehn Kilometern hinter denen der Fußgänger. Besonders der niedrige Anteil im Bereich der Strecken ab fünf bis zu 20 Kilometern birgt Potenzial für Elektrofahrräder.

Aktuelle Studien, welche sich mit dem Einfluss von Pedelecs auf das Mobilitätsverhalten auseinandersetzen, beziehen sich meist auf regionale Befragungen von E-Bike-Nutzern und können demzufolge keinen repräsentativen Charakter haben. Dennoch lassen sich aufgrund von Gemeinsamkeiten bei den Ergebnissen einige Tendenzen erkennen. Sowohl das Projekt „Landrad“ in Vorarlberg als auch eine Befragung von E-Bike-Nutzern in Salzburg zeigen, dass durch die Nutzung von Elektrorädern vor allem Fahrten mit dem Fahrrad und mit dem Pkw ersetzt werden. In beiden Fällen gaben rund die Hälfte der Befragten an, dass sie für ihre Fahrten mit dem Pedelec vorher ein normales Fahrrad nutzten, ein Drittel ersetzte mit ihm die Fahrt mit dem Pkw (Strele 2010: 23; KfV 2011: 42).

Abb. 7: Modal-Split-Anteile von Wegen mit dem Fahrrad und „zu Fuß“ nach kilometrischen Wegelängen in Prozent



Quelle: Eigene Darstellung nach Infas/DLR (2010: 98)

Bei einem Energieverbrauch von 10 Wh pro Kilometer beträgt der CO₂-Ausstoß eines Pedelecs je nach Strommix zwischen 0,3 g CO₂/km (erneuerbare Energien) und 11 g CO₂/km (Braunkohle) (Engel 2012: 51). Aktuell kann von 5 Wh pro km ausgegangen werden. Nutzt man den aktuellen deutschen Strommix mit einer Emission von rund 560 g/kWh, beträgt der Ausstoß für ein Pedelec etwa 3 g pro Kilometer zurückgelegter Strecke. Geht man von einem recht niedrigen Emissionswert von 100 g/km für einen Pkw aus, können pro ersetzttem Kilometer etwa 97 g bzw. 97% CO₂ eingespart werden. Würden in einem äußerst vereinfachten Rechenbeispiel über ein Jahr täglich zehn Kilometer Autofahrt mit einem Pedelec ersetzt, könnten so rund 0,35 Tonnen CO₂ eingespart werden. Würde weiterhin in einer Stadt mit 100.000 Einwohnern nur jeder hundertste diesem Beispiel Folge leisten, ergäbe sich eine Senkung von 350 Tonnen im Jahr. Weitere Einsparpotenziale ergeben sich für die Nutzer am ehesten spürbar bei den Fahrtkosten. Bei einem aktuellen Strompreis von rund 26 ct/kWh betragen die Treibstoffkosten für ein Pedelec auf 100 km bei 5 Wh/km 13 Cent. Für einen Pkw mit niedrigem Verbrauch von 5 Litern Benzin auf 100 Kilometer fallen bei einem Benzinpreis von rund 1,60 Euro pro Liter Kosten in Höhe von 8 Euro an. Alleine die Fahrtkosten eines Pkw sind somit 50-mal höher als die eines Elektrofahrrades. Einsparmöglichkeiten ergeben sich allerdings nicht nur für private Haushalte, sondern auch für Betriebe, für Dienstleister oder für Kommunen.

3.2 Einsatz im Pendelverkehr

Bei Arbeitswegen liegt der Anteil des motorisierten Individualverkehrs bei 70%, bei dienstlichen Wegen sogar bei 88% (Infas/DLR 2010: 121). Dabei waren 2008 fast drei Viertel der zurückgelegten Pendelstrecken kürzer als 25 km, rund 45% sogar kürzer als zehn Kilometer. Insgesamt nutzten fast 60% der Pendler das Auto (Grau 2009: 1 f.). Auf-

grund des hohen Anteils an kurzen Wegen ist die Gruppe der Pendler besonders dafür geeignet, Pkw-Wege durch Pedelec-Fahrten zu ersetzen.

Das Pendelpotenzial der Elektrofahrräder wurde in einer Studie in den Niederlanden bereits analysiert. Dabei stellte sich heraus, dass sich die durchschnittliche Pendeldistanz von 6,3 km mit einem normalen Fahrrad auf 9,8 km mit einem elektrischen Rad erhöht. Durch diese 50 % größere Reichweite erhöht sich die Fahrradnutzung insgesamt um 4–9 % (Hendriksen/Engbers/Schrijver et al. 2008: 4, 29, 34). Besonders für Pendler aus dem Umland erhöhen Pedelecs so die Erreichbarkeit des Arbeitsplatzes in der Stadt.

Für welches Verkehrsmittel sich ein Pendler entscheidet, hängt letztendlich von dessen persönlichen Präferenzen ab. Ein Fahrrad kann zwar besonders umweltschonend sein, wenn die jeweilige Person aber eher Wert auf einen bequemen Weg zur Arbeit legt, wird sie sich vermutlich für den Pkw entscheiden. Ein Versuch in Schwerin zum Verkehrsmittelvergleich (Onnen-Weber/Schramek/Butz 2012) hat über zehn Werktage acht verschiedene Verkehrsmittel auf einer 6,5 bis 8 km langen Pendelstrecke hinsichtlich verschiedener Parameter, u. a. Fahrzeit, Geschwindigkeit, Kosten, Bewegung, Stressbelastung, Streckenlänge, Energieverbrauch, CO₂-Ausstoß, untersucht. Bei der Auswertung der Daten wurde zwischen umwelt- und gesundheitsbewussten, zeit- und komfortbewussten sowie kostenorientierten Pendlern unterschieden, indem die erhobenen Parameter entsprechend gewichtet wurden. Auch bei dieser Untersuchung war die Stichprobe sehr klein und darf nicht als repräsentativ angesehen werden, dennoch lässt dieser praktische Vergleich von Pedelecs mit anderen Verkehrsmitteln, der in Deutschland in dieser Form bislang einzigartig ist, interessante Ergebnisse, zumindest in der Tendenz, erkennen (vgl. Tab. 3).

Tab. 3: Verkehrsmittlempfehlungen für verschiedene Pendlertypen

Profil Platz	Ungewichtetes Ergebnis	Umwelt und Gesundheit	Zeit und Komfort	Kosten	Stadtplanung
1	Fahrrad	Fahrrad	Pedelec	Fahrrad	Fahrrad
2	Pedelec	Pedelec	Fahrrad	Pedelec	Pedelec
3	Roller elektrisch	ÖPNV + Faltrad	Roller elektrisch	ÖPNV + Faltrad	Roller elektrisch
4	ÖPNV + Faltrad	ÖPNV + Laufen	Pkw fossil	Roller elektrisch	ÖPNV + Faltrad
5	ÖPNV + Laufen	Roller elektrisch	ÖPNV + Faltrad	ÖPNV + Laufen	ÖPNV + Laufen
6	Pkw fossil	Pkw fossil	Roller fossil	Pkw fossil	Pkw fossil
7	Pkw elektrisch	Pkw elektrisch	Pkw elektrisch	Roller fossil	Roller fossil
8	Roller fossil	Roller fossil	ÖPNV + Laufen	Pkw elektrisch	Pkw elektrisch

Quelle: Onnen-Weber/Schramek/Butz (2012: 9)

Ein Grund für die sehr gute Bewertung von Fahrrad und Pedelec war die kürzere durchschnittliche Streckenlänge vom Wohnort zum Arbeitsplatz. Diese ergab sich durch Abkürzungen, welche nur für Fahrräder zugänglich sind sowie durch die direkte Abstellmöglichkeit am Arbeitsplatz, während der Pkw aus mangelnden Abstellplätzen in einem öffentlichen Parkhaus abgestellt werden musste. Weitere Gründe waren die Geschwindigkeiten und Standzeiten der Fahrzeuge. Für die reine Fahrstrecke ohne Fußweg vom Parkhaus zum Arbeitsplatz ergab sich für den Pkw eine doppelt so hohe Standzeit wie für das Pedelec oder das Fahrrad. Weiterhin fuhr der Pkw nur rund ein Drittel der Zeit mit Geschwindigkeiten über 30 km/h, während das Pedelec zu rund 50 % in der recht schnellen Geschwindigkeitskategorie von 20–30 km/h unterwegs war und von allen

Verkehrsmitteln deshalb die schnellste mittlere Pendelzeit erzielen konnte (Onnen-Weber/Schramek/Butz 2012: 84 ff.). Anhand des Versuches erkennt man, dass Pedelecs im Stadt-Umland-Pendlerverkehr durchaus mit dem Pkw konkurrieren können, wenn durch Infrastruktur konstant hohe Geschwindigkeiten und kürzere Wege gewährleistet werden. Das schlechte Abschneiden des Elektroautos führen die Autoren indessen auf die geringe Vertrautheit der Probanden mit dem Fahrzeug und dem daraus resultierenden erhöhten Stress bei der Nutzung zurück (Onnen-Weber/Schramek/Butz 2012: 62).

Ein weiteres Ergebnis dieses Versuchs ist, dass das Pedelec nach dem Fahrrad das bewegungsintensivste Verkehrsmittel ist. Die tägliche Bewegung bei einer Fahrt mit dem Pedelec zur Arbeit hat einen positiven Effekt auf die Gesundheit. Dieser wiederum macht sich bei den Gesundheitsausgaben der Gesellschaft bemerkbar. Jedes Jahr müssen für die gesundheitlichen Folgen durch mangelnde Bewegung rund 11 Milliarden Euro aufgewendet und durch die Arbeitgeber 27 Milliarden Euro für Lohnfortzahlungen im Krankheitsfall gezahlt werden. Da Radfahrer, und durch die annähernd gleiche Bewegungsintensität auch Pedelecfahrer, teilweise nur halb so viele Fehlzeiten aufgrund von Krankheiten haben, liegt hier sowohl für das Gesundheitswesen als auch für die Arbeitgeber ein nicht unbeträchtliches Einsparpotenzial (UBA 2010: 34). Letztere profitieren auch vom geringen Flächenverbrauch der Pedelecs und können durch eine vermehrte Nutzung Parkfläche auf dem Firmengelände und somit weitere Kosten sparen.

Vor diesem Hintergrund setzen Unternehmen vermehrt auf ein betriebliches Mobilitätsmanagement, welches unter anderem auf eine Förderung des Radverkehrs abzielt. Die Maßnahmen dazu können von Information und Beratung als nicht-intensive Strategien bis zur infrastrukturellen und finanziellen Förderung reichen (DIFU 2010a: 3 f.). In den Niederlanden wurde festgestellt, dass Arbeitnehmer, welche über ihren Arbeitgeber ein Rad zur Verfügung gestellt bekommen, eine moralische Verpflichtung empfinden, es auch für den Arbeitsweg zu nutzen (Ministerie van Verkeer en Waterstaat 2009: 40). Dank der steuerlichen Gleichstellung von Dienstfahrrädern und Automobilen, welche die Landesfinanzminister rückwirkend für das Jahr 2012 beschlossen, können auch Arbeitgeber in Deutschland ihren Angestellten nun ein Pedelec zur Verfügung stellen. Die private Nutzung muss fortan monatlich nur noch mit einem Prozent des Preises versteuert werden. Alternativ können Arbeitnehmer sich ein Fahrrad mittels einer Gehaltsumwandlung auch über den Betrieb leasen und bei der Anschaffung so bis zu 36% sparen (Grett/Neupert/Köstle 2013: 179 f.). Auf dieses Modell haben sich auch Unternehmen wie „LeaseRad“ spezialisiert, welche Fahrräder mit und ohne Elektromotor als Firmenfuhrpark vermieten (Reiter/Pressl/Carvalho 2009: 32).

3.3 Dienstleistungssektor

Die wichtigsten Wegezwecke im Wirtschaftsverkehr nach dem Kundendienst und Erledigungen bildet die Gruppe Transport, Abholung und Zuteilung von Waren (Infas/DLR 2010: 125 f.). Bei Kurierdiensten oder der Briefzustellung werden bereits heute Lastenräder genutzt, welche häufig vom Konzept des normalen Fahrrades abweichen und auf drei Rädern größere Transportmöglichkeiten bieten. Lasten-Pedelecs bieten hier das Potenzial, mit der Unterstützung des Elektromotors den Umfang und auch die Geschwindigkeit von Fahrrad-Zustellungen zu erhöhen. Das Pilotprojekt „Ich ersetze ein Auto“ des Instituts für Verkehrsforschung im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt testet im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative in acht Städten die Substitution von herkömmlich motorisierten Zustellungsfahrzeugen mit Lasten-Pedelecs im Wirtschaftsverkehr. Die genutzten Räder erlauben dabei eine Zuladung von 100 Kilogramm

bei einem Volumen von rund zwei Umzugskartons. Es wird davon ausgegangen, dass durch diese Art der Zustellung bis zu 85% der Autokurierfahrten auf zwei Räder verlagert werden können. Gleichzeitig sollen bis zu 98% der Verbrauchskosten eingespart werden.¹ Der Umstieg würde nicht nur zum Ziel der Europäischen Kommission beitragen, in Zentren bis 2030 eine möglichst CO₂-freie Stadtlogistik zu etablieren, sondern stellt auch für die Dienstleister eine finanziell günstige Alternative zum Auto dar.

Neben Kurier- und Lieferdiensten haben auch die großen Post- und Logistikunternehmen das Potenzial von Pedelecs erkannt. Nachdem rund ein Drittel der Fahrräder im Fuhrpark der Deutschen Post bereits einen Elektromotor besitzen, wird nun ein speziell an die Anforderungen der Briefzustellung angepasstes Elektrofahrrad entwickelt.² Zwar wird dieses wohl hauptsächlich in der Stadt normale Fahrräder bei der Zustellung ersetzen, es besteht jedoch auch die Möglichkeit, dieses auf der „letzten Meile“ in ländlichen Gebieten einzusetzen. Das Logistikunternehmen UPS testet den Einsatz von elektrischen Lastenrädern auf der „letzten Meile“ u.a. in den Innenstädten Dortmunds und Braunschweigs. Dort wird der einer Elektro-Rikscha ähnelnde dreirädrige „Cargo Cruiser“ an im Randbereich der Innenstadt eingerichteten Ladezonen von herkömmlichen UPS-Fahrzeugen bedient, um die Pakete anschließend in den schmalen Straßen zum Kunden zu transportieren.³ Ein einschränkender Faktor für die Entwicklung von Lasten-Pedelecs ist die derzeitige Leistungsbegrenzung des Motors auf 250 Watt. Im Vergleich zu normalen Elektrorädern muss eine deutlich höhere Masse bewegt werden, was einen entsprechenden Energieaufwand mit sich bringt. Hier wäre die Zulässigkeit einer speziellen Leistungsregelung für elektrische Lastenräder sinnvoll. Stärkere 350- bzw. 500-Watt-Motoren sind für S-Pedelecs bereits verfügbar (vgl. Abb. 8).

Abb. 8: Lasten-Pedelecs

a)



Quelle: DLR (2013)

b)



Quelle: commons.wikimedia.org

3.4 Einkauf und Kindertransport

Nach der Studie „Mobilität in Deutschland 2008“ stellen mit jeweils einem Drittel am Verkehrsaufkommen Einkäufe und Erledigungen sowie Freizeit die häufigsten Wegezwecke in Deutschland dar. Im Vergleich zu anderen Wegezwecken ist die durchschnittliche

¹ Vgl. http://www.dlr.de/dlr/desktopdefault.aspx/tabid-10122/333_read-4933/year-2012/#/gallery/7196 (11.07.2016).

² Vgl. <https://nationaler-radverkehrsplan.de/de/aktuell/nachrichten/deutsche-post-entwickelt-neues-elektrofahrrad-fuer> (11.07.2016).

³ Vgl. <https://www.dew21.de/> (11.07.2016).

Wegelänge für Einkäufe mit 5 km deutlich geringer (vgl. Tab. 4). Neue Daten lässt die für 2016 vorgesehene Aktualisierung der Studie erwarten.

Tab. 4: Durchschnittliche Wegelänge des Wegezwecks nach Verkehrsmitteln in Deutschland in km

	zu Fuß	Fahrrad	MIV (Mitfahrer)	MIV (Fahrer)	ÖPV	keine Angabe	Gesamt
Arbeit	0,9	3,5	27,1	19,7	25,9		17,7
dienstlich	2,0	2,1	43,7	20,0	50,3	4,1	20,4
Ausbildung	0,9	2,4	8,9	23,6	11,9		8,1
Einkauf	0,8	2,0	9,8	6,7	8,3		5,0
Erledigung	1,0	2,2	14,5	10,6	12,0	2,9	7,9
Freizeit	2,0	4,7	25,0	19,1	32,1	1,9	14,1
Begleitung	1,0	1,6	12,2	8,0	18,2	23,8	7,8
keine Angabe	2,2	2,1	8,2	30,3	18,1		11,0
Alle	1,4	3,2	18,3	14,7	21,3	10,5	11,5

Quelle: <http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/mid2008-mit.html> (21.07.2016)

Eine Ursache ist, dass ein Viertel der Einkaufswege zu Fuß zurückgelegt werden und diese mit ihren kurzen Distanzen einen geringen Durchschnittswert aufweisen. Deshalb wird vor allem für Familieneinkäufe das Auto häufig auch für kurze Strecken genutzt. Aufgrund der Motorunterstützung bieten Pedelecs auch hier Einsparungspotenziale bei den Autowegen. Zum einen erleichtern sie die Nutzung von Fahrradanhängern, mit welchen auch größere Einkäufe ohne allzu starke Anstrengung nach Hause transportiert werden können, zum anderen besteht die Möglichkeit, hierfür Lasten-Pedelecs zu verwenden, mit denen nicht nur Güter, sondern, mit dem entsprechenden Modell, auch Kinder transportiert werden können. Der Kindertransport wird mit einem Pedelec generell erleichtert.

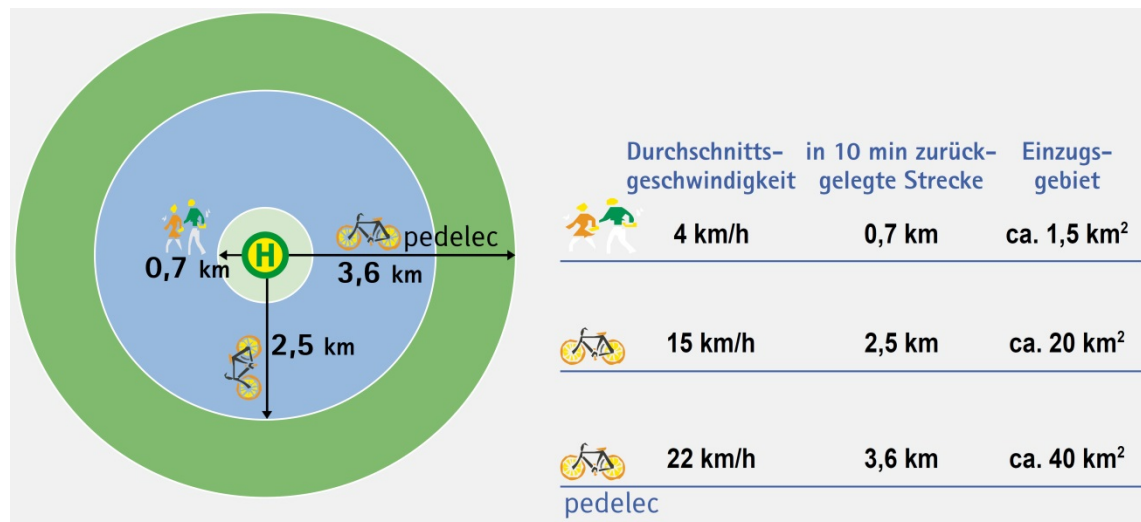
3.5 Erweiterung des ÖPNV-Radius

Die Ausdifferenzierung der Verkehrsmittelwahl führt zu Konkurrenzsituationen. So weisen Städte mit einem hohen ÖPNV-Anteil oftmals eine geringere Fahrradnutzung auf und umgekehrt. Nutzt man beide Verkehrsmittel jedoch in einem intermodalen System ergänzend zueinander, ergeben sich vor allem über längere Entfernungen Potenziale für beide (UBA 2010: 34). Die Zunahme der Kombination von ÖPNV und Fahrrad von 2002 bis 2008 in allen Kreistypen zeigt, dass die Nutzer davon auch Gebrauch machen. In verdichteten und ländlichen Kreisen werden die längeren Wege häufiger auf diese intermodale Weise zurückgelegt als in Kernstädten (Infas/DLR 2010: 102 f.). Durch die schlechte Erschließung in den oft strukturschwachen ländlichen Räumen ist die Bevölkerung eher auf die Kombination mit einem zweiten Verkehrsmittel angewiesen, um zu einer Haltestelle des ÖPNV zu gelangen, als in den gut erschlossenen Oberzentren. Pedelecs können die Erreichbarkeit von Haltestellen im Vergleich zu normalen Fahrrädern oder dem Fußweg deutlich erhöhen und die Anbindung an den öffentlichen Verkehr verbessern. Aufgrund der höheren Durchschnittsgeschwindigkeit erhöht sich die in 10 Minuten zurücklegbare Strecke vom Fahrrad zum Pedelec um fast die Hälfte, womit sich auch der Einzugsbereich einer Haltestelle verdoppelt (vgl. Abb. 9).

Die Hochschule Wismar ging diesem Aspekt mit ihrem Modellversuch zur Revitalisierung des ÖPNV „inmod“ in Mecklenburg-Vorpommern nach. Der Feldversuch endete am 31. Oktober 2014. Besonders in strukturschwachen ländlichen Regionen, wo das Angebot des ÖPNV wegen fehlender finanzieller Mittel gekürzt werden muss, könnten Bus-

linien auf möglichst kurze und somit schnelle Hauptverbindungen reduziert werden und Elektroräder die Rolle der Zubringer ausfüllen. Durch die kürzeren Hauptverkehrswege könnten die Busse mit Elektro- oder Hybridantrieb in einer höheren Frequenz fahren und somit zusammen mit den Pedelecs eine flexible Mobilität auch auf dem Land ermöglichen. Zielgruppen waren sowohl ältere Einheimische und Berufspendler als auch Touristen. An einer „e-bike-box“, welche an Haltestellen und in den Gemeinden platziert war, erhielt der Nutzer mittels einer speziellen „inmod-card“ Zugang zu einem Pedelec und stellte es nach Benutzung in einer solchen Box auch wieder ab. Faktisch handelt es sich um ein Bike+Ride-System, eingebettet in ein regionales Mobilitätskonzept (Onnen-Weber 2015).

Abb. 9: Einzugsbereich von Haltestellen bei einer Wegedauer von 10 Minuten



Quelle: Reiter/Pressl/Carvalho (2009: 19)

3.6 Senioren und körperlich Eingeschränkte

Durch den demografischen Wandel werden die Anteile der Älteren an der Gesamtbevölkerung in Zukunft weiter zunehmen. Gleichzeitig steigt die Lebenserwartung. Ältere Menschen bleiben länger gesund. Somit steigt auch der Anspruch an eine hohe Lebensqualität, zu welcher auch eine Aufrechterhaltung der Mobilität gehört (vgl. auch den Beitrag Maier in diesem Band). Dabei dürfen Senioren aber keinesfalls als homogene Gruppe betrachtet werden. Trotz einer allgemeinen Tendenz hin zu besseren Lebensverhältnissen im Alter bestehen für viele Senioren Einschränkungen aufgrund von gesundheitlichen, aber auch finanziellen oder sozialen Aspekten. Gerade im Hinblick auf altersbedingte Krankheiten und Gebrechen kann Radfahren lindernde Wirkung haben oder das Krankheitsrisiko sogar verringern (DIFU 2011b). Die Unterstützung durch den Elektromotor der Pedelecs erweitert dabei den Nutzerkreis und kann durch den regelbaren Unterstützungsfaktor auf die individuellen Einschränkungen angepasst werden. Diesen Vorteil können nicht nur ältere, sondern auch körperlich eingeschränkte Personen aller Altersklassen nutzen und so an eine Mobilität mit dem Rad herangeführt werden. Oftmals wird übersehen, dass bereits heute viele Menschen mit Gehbehinderungen auf Elektromobile oder elektrische Rollstühle zurückgreifen. Pedelecs werden bereits zur Rehabilitation von Herz-Kreislauf-Patienten eingesetzt, um deren körperliche Belastung allmählich wieder zu steigern. Bei speziellen Modellen kann dabei die Motorunterstützung anhand der Pulsfrequenz des Patienten und dessen Anstrengung entsprechend hoch- oder her-

untergeregelt werden (Grett/Neupert/Köstle 2013: 169). Gesundheitliche und körperliche Einschränkungen können auch zu Verminderungen der Verkehrssicherheit führen, gerade wenn die Nutzung von Fahrrädern über eine lange Zeit ausblieb. Neben dem Fahrzeughandling können hierfür eine unübersichtliche Verkehrsführung und schlechte Radinfrastruktur ursächlich sein. Infolgedessen steigen das Risiko sowie die potenzielle Schwere eines Unfalls. Eine entsprechende Öffentlichkeitsarbeit durch Kommunen und Vereine kann Unsicherheiten entgegenwirken oder deren Auftreten sogar verhindern. Testmöglichkeiten für Senioren im Rahmen von Radverkehrsinformationstagen, wobei gleichzeitig eine Auffrischung der Verkehrsregeln für Radfahrer stattfindet, sind nur ein Beispiel zahlreicher Möglichkeiten (DIFU 2011b: 3 f.).

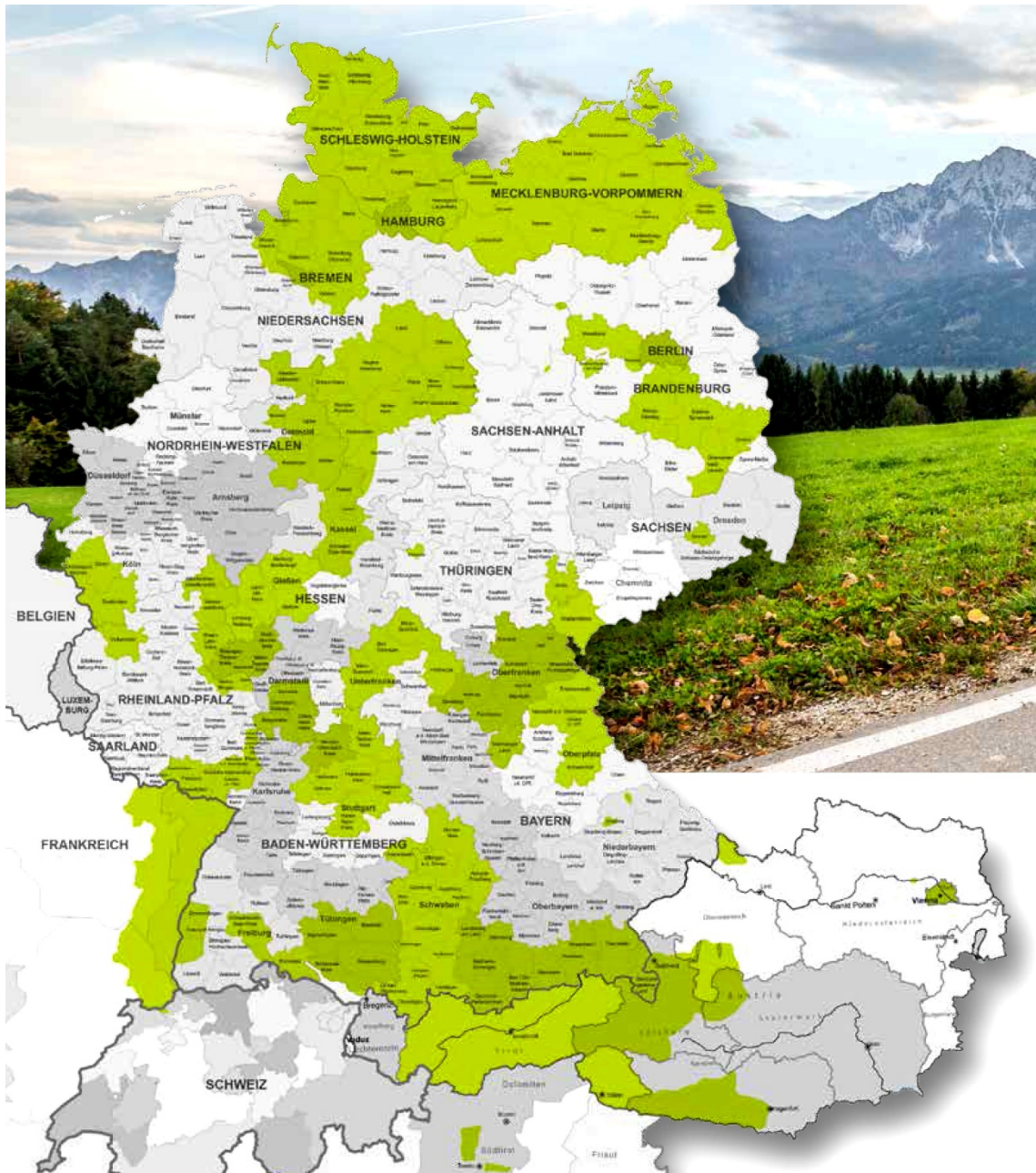
3.7 Tourismus

Seit rund 30 Jahren hat der Radtourismus in Deutschland kontinuierlich an Bedeutung gewonnen und wird heute als stabiler Wachstumsmarkt mit sehr differenzierten Angeboten gesehen (ETI 2007: 11 f.). Die beliebtesten Radtouren verlaufen dabei meist an den großen Gewässern entlang, da diese aufgrund des ebenen Reliefs von fast allen Alters- und Zielgruppen des Radtourismus genutzt werden können. Die Mittelgebirgsregionen und die Alpen sind bisher meist den sportlich orientierten Radfahrern vorbehalten. Durch den Erfolg der Pedelecs ergibt sich ein großes touristisches Potenzial in den strukturschwachen Mittelgebirgsregionen, da Steigungen nun ein geringeres Hindernis darstellen. Somit werden diese Regionen für eine breitere Schicht zugänglich. Aber auch für bereits bestehende Routen erschließen sie neue Ziel- und Altersgruppen (Senioren, Bequeme, Familien mit Kleinkindern) und erhöhen den Aktionsradius (ADFC NRW 2012: 3). Im Vergleich zum Alltagsverkehr sind die Nutzer von Pedelecs im Tourismus deutlich stärker auf eine größere Akkureichweite angewiesen. Besonders in den Mittelgebirgsregionen ist der Energieverbrauch durch die Steigungen überdurchschnittlich hoch, weshalb Lademöglichkeiten am Streckenverlauf eine größere Bedeutung zukommt. Hier beginnt der elektrische Radtourismus auch für die regionalen Beherbergungs- und Gastronomiebetriebe interessant zu werden. Da die Akkus mittels Ladegerät an einfachen Steckdosen aufgeladen werden können, sind diese Betriebe in der Lage, mit geringem Aufwand eine Ladeinfrastruktur anzubieten, sodass sie durch eine erhöhte Attraktivität profitieren können (ADFC NRW 2012: 59 ff.). Entsprechende Ladefächer im Freien bieten sich außerdem als Werbeflächen für Eigen- oder Fremdinteressen an.

Auch für Pedelec-Verleihsysteme sind neben der Bereitstellung von Lademöglichkeiten Unterkünfte und Gastronomie unverzichtbar. Da Radtouristen mit eigenem Elektrofahrzeug trotz hoher Verkaufszahlen immer noch eine Minderheit darstellen, greifen viele Regionen für die touristische Aufwertung vorerst auf diese Systeme zurück. Dabei wird der Verleih meist an die Übernachtungsbetriebe gekoppelt, während die Gastronomie als Akku-Lade- oder auch Wechsellpunkt fungiert. Da in einem System sinnvollerweise Räder mit gleichem Akkumodell verwendet werden, stellt der Tausch kein Problem mehr dar. Das Angebot von Verleihsystemen ist indessen fast genauso ausdifferenziert wie das der Akkumodelle. Individuelle örtliche Verleihsysteme erfordern einen hohen Personalaufwand für Planung und Einführung, sind dafür aber meist genau auf die Region zugeschnitten und verursachen relativ geringe externe Kosten. Überregional angebotene Systeme verursachen deutlich höhere Kosten, dafür erhalten die Regionen ein Gesamtpaket (Marketing, Organisation), das den Aufwand deutlich minimiert (ADFC NRW 2012: 83). Letztere Systeme besitzen aufgrund der standardisierten Infrastruktur weiterhin den Vorteil, dass aneinandergrenzende Regionen vernetzt werden können und so auch überregionale Touren realisierbar sind.

Als überregionaler Anbieter für Verleihsysteme ist die Firma Movelo nach eigenen Angaben mit mehr als 3.500 Elektrorädern und 1.000 Verleihstationen in 80 Regionen in Deutschland, Österreich, der Schweiz, Belgien, Frankreich, Spanien und Italien touristischer Marktführer im Bereich Pedelec-Verleihsysteme in Europa (vgl. Abb. 10).⁴ Diese Dimension und die Verbreitung der sogenannten „Movelo-Regionen“ im deutschsprachigen Raum machen deutlich, dass Pedelecs im Tourismus angekommen sind. Diese Regionen umfassen vor allem Regionen, die durch für das Radfahren ungünstige Faktoren gekennzeichnet sind. Neben den windigen Küstenregionen Norddeutschlands sind dies vor allem die Mittelgebirgs- und Alpengebiete.

Abb. 10: movelo-Regionen



Quelle: movelo – Urlaubskatalog 2015

⁴ Vgl. <http://www.movelo.com/de/liste-aller-regionen/> (11.07.2016).

3.8 Nutzerakzeptanz

Eine repräsentative SINUS-Umfrage ergab, dass sich das Interesse an Pedelecs von 24% im Jahr 2009 auf 47% für das Jahr 2011 so gut wie verdoppelt hat (SINUS 2011: 98). Weiterhin liegt die Bekanntheit von Elektrorädern mit 92% noch fast ein Fünftel über der für Mietfahrräder (SINUS 2011: 66 f.). Neben den technikaffinen Performern und den Expeditiven nutzen auch die Gruppen der bürgerlichen Mitte, der erlebnisorientierten Hedonisten und der älteren Traditionellen überdurchschnittlich häufig ein Fahrrad mit Elektromotor (SINUS 2011: 100 ff.). Unüblicherweise lassen sich letztere als „early adopters“ klassifizieren, welche dem Pedelec sein anfängliches Image als „Rentnerfahrrad“ für mobilitätseingeschränkte Menschen in höherem Alter gab. In ihrer Langzeitstudie für Basel über fünf Jahre kommen Haefeli/Walker (2008: 21) zu dem Schluss, dass sich die Käuferschaft klar in Richtung der „frühen Mehrheit“ verschiebt, was sich am niedrigeren Durchschnittseinkommen und an einem tieferen Bildungsstand ablesen lässt. Auf Veränderungen der Nachfrage hat die Industrie mit dem Angebot verschiedener Elektrozweiradtypen reagiert (vgl. Kapitel 2.1).

Das Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung (ILS) hat im Rahmen einer einstellungsorientierten Akzeptanzanalyse erstmalig neben Pedelec-Fahrern auch die Nicht-Nutzer in eine Befragung mit einbezogen (Preißner/Kemming/Wittowsky 2013). Es konnte festgestellt werden, dass sich die topographische Lage durchaus auf den Besitz von Elektrorädern auswirkt. Je stärker sich das Relief der Wohnumgebung darstellt, desto höher ist dessen Anteil bei den Befragten. Wird zusätzlich noch die Lage mit einbezogen, fällt der Besitz in ländlichen und eher hügeligen Gebieten mit rund 30% höher aus als in flachen städtischen Umgebungen (17%) (Preißner/Kemming/Wittowsky 2013: 45). Das Meinungsbild von Nutzern und Nicht-Nutzern über Pedelecs bestätigt den Abbau von alten Vorurteilen und die Potenziale, zeigt aber auch mögliche Hindernisse und Handlungsbedarf bei der weiteren Entwicklung. Beide Gruppen schätzen eine mögliche Substitution eines Zweitwagens im Haushalt als relativ hoch ein. Auch die Möglichkeiten, mit einem Pedelec besser Steigungen bewältigen zu können oder weitere Wege als mit einem normalen Fahrrad zurückzulegen, werden als am meisten zutreffend angesehen. Als Hindernisse identifizierten die Befragten den Preis und das Gewicht der Räder. Besonders letzteres stach als Meinungsitem hervor, bei dem sich beide Nutzergruppen einig waren (Preißner/Kemming/Wittowsky 2013: 48 ff.). Im Übrigen gaben Personen, die bereits ein Pedelec besitzen oder genutzt haben, durchweg eher positive Bewertungen ab und konnten eine höhere Akzeptanz vorweisen als Nicht-Nutzer. Gerade ersten Berührungsmöglichkeiten, Erfahrungen im Tourismusbereich oder durch Öffentlichkeitsarbeit von Entscheidungsträgern kommt somit eine erhöhte Bedeutung zu (Preißner/Kemming/Wittowsky 2013: 66). Handlungsbedarf wurde entsprechend dem Meinungsbild vor allem beim Gewicht, bei den Anschaffungskosten und der Diebstahlsicherheit ermittelt. Letztere ist auch mit geeigneten Abstellmöglichkeiten am Zielort und Lademöglichkeiten im öffentlichen Raum verbunden (Preißner/Kemming/Wittowsky 2013: 56).

4 Räumliche Aspekte und Infrastruktur

Aufgrund ihrer spezifischen Fahrzeug- und Fahreigenschaften stellen sich bei einer verstärkten Nutzung von Pedelecs Herausforderungen an die bestehende und eventuell neu benötigte Infrastruktur. Ein qualitativ hochwertiges Radverkehrsnetz kommt nicht nur Pedelecs, sondern dem gesamten Radverkehr zugute. Bei der zukünftigen Gestaltung

von Radverkehrswegen sind jedoch einige Aspekte zu beachten, die mit einem erhöhten Pedelec-Aufkommen einhergehen.

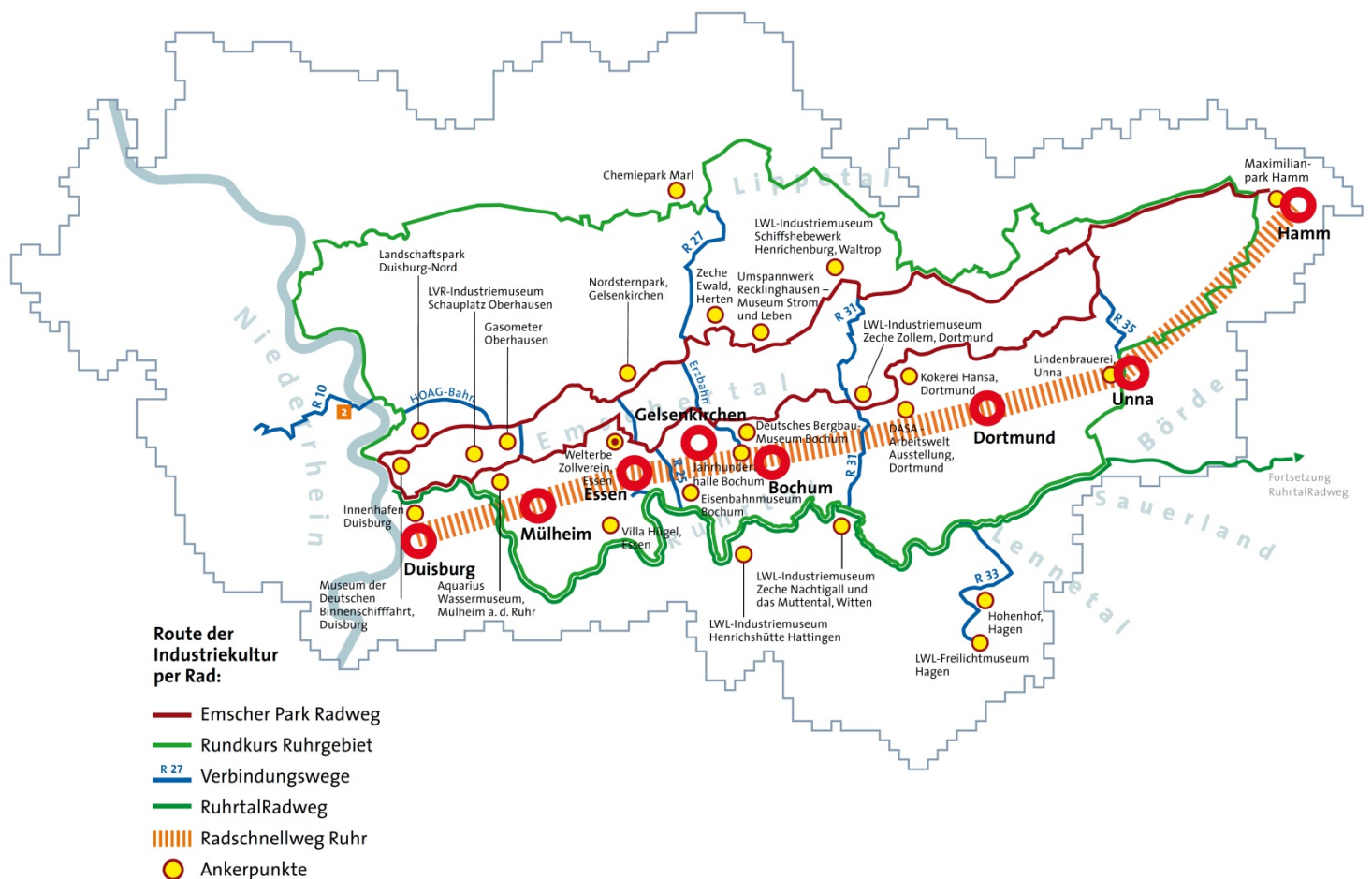
Es ist wichtig, dass die Sicherheit aller Radfahrer gewährleistet bleibt. Durch die Geschwindigkeitsdifferenz zu normalen Radfahrern muss vermehrt mit Überholvorgängen auf Radwegen gerechnet werden, womit eine Änderung an die Breitenanforderung einhergeht. Auch Lasten-Pedelecs oder die Nutzung von Fahrradanhängern verstärken die Notwendigkeit ausreichend dimensionierter Wege (Hacke 2013). Außerdem müssen sich Pkw-Fahrer bei der Interaktion mit dem Pedelec-Verkehr auf kürzere Reaktionszeiten einstellen. Um Konflikte hier möglichst gering zu halten, sind bei der Wegeführung gute Sichtbeziehungen herzustellen. Als allgemein geeignet für schnelleren Radverkehr in Städten und unkompliziert in der Umsetzung gelten dabei Radfahr- und vor allem Schutzstreifen auf der Fahrbahn (Baier/Göbbels 2012). Besonders Schutzstreifen ermöglichen eine flexible Verkehrsführung, da sie in Ausnahmefällen auch vom normalen Verkehr befahren werden können. Im Hinblick auf die verschiedenen Nutzergruppen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten rückt auch die Benutzungspflicht von Radwegen für Pedelecs in den Fokus. Deren Aufhebung könnte den unterschiedlichen Geschwindigkeitsanforderungen vor allem dort Rechnung tragen, wo eine Verbreiterung des Radweges nicht möglich ist (Alrutz 2013).

Neben baulichen Änderungen können auch allgemeine Verkehrsregeländerungen die Sicherheit im Verkehr erhöhen. Das viel diskutierte Tempo 30 als innerstädtische Regelgeschwindigkeit hätte vor allem bei Pedelecs und Pkw eine minimale Geschwindigkeitsdifferenz zur Folge und würde die Fahrradnutzung in Städten deutlich attraktiver machen. Die Tatsache, dass Autos im städtischen Pendlerverkehr nur selten schneller als 30 km/h unterwegs sind, lässt eine Einführung durchaus sinnvoll erscheinen. Neben den gängigen Tempo-30-Zonen wird auch auf sogenannten Fahrradstraßen im Erschließungsstraßennetz eine Geschwindigkeitsbegrenzung bereits umgesetzt. Deren Benutzung muss für den Kfz-Verkehr explizit ausgewiesen sein und ist dann ebenfalls auf 30 km/h limitiert. Anhand der Fahrradstraßen wird auch der Trend deutlich, die Führung von Radrouten auf Nebenstraßen mit weniger Verkehr zu verlagern, wie z.B. durch die Öffnung von Einbahnstraßen. Zum einen werden Rad- und Autoverkehr so teilweise entkoppelt und zum anderen kann eine direktere Streckenführung für Rad- und Pedelec-Fahrer Geschwindigkeits- und Zeitvorteile ermöglichen (Baier/Göbbels 2012; Alrutz 2013).

Diese Vorteile sollen durch Radschnellwege, deren Bau aktuell besonders in den Niederlanden vorangetrieben wird, betont werden. Radschnellwege sollen eine möglichst direkt geführte, qualitativ hochwertige, schnelle Verbindung zwischen Wohngebieten und Stadt- bzw. Gewerbezentren sicherstellen (DIFU 2010b). Durch eine kontinuierliche und direkte Führung, oftmals entlang von Bahntrassen oder Flussläufen, sollen sich die üblichen Reichweiten des Radverkehrs von 5 km auf Entfernungen zwischen 10 und 20 km ausweiten. In Stadtgebieten sollen Brücken oder Unterführungen Kreuzungen mit Pkw-Wegen vermeiden. Sollte dies nicht möglich sein, können grüne Wellen und die vorrangige Überquerung von Kreuzungen Zeit- und Geschwindigkeitseinbußen minimieren. Eine ausreichende Dimensionierung mit einer Breite von vier Metern soll Überholvorgänge erleichtern. Die ganzjährige Befahrbarkeit sollen eine hohe, witterungsbedingte Belagsqualität und die regelmäßige Reinigung einschließlich Winterdienst gewährleisten (Bischoff/Lange/Alrutz et al. 2012: 12).

In den Niederlanden sind qualitativ hochwertige Radschnellwege Teil einer nationalen Mobilitätsstrategie und sollen maßgeblich zu einer Verlagerung des Berufsverkehrs von hoch belasteten Verkehrsachsen auf das Fahrrad beitragen. Die geschätzten Gesamtinvestitionen von 100 Mio. Euro werden durch etwa 20 Mio. Euro staatliche Fördermittel unterstützt. Der Nutzen in Form von positiven Gesundheitseffekten und vermindertem CO₂-Ausstoß soll sich laut Prognosen auf das Doppelte des Investitionsvolumens belaufen. In Kopenhagen soll die Zahl der Fahrradpendler durch den Ausbau eines umfangreichen Netzes an Radschnellwegen um 30 % steigen und so pro Jahr rund 7.000 Tonnen CO₂ einsparen (Bischoff/Lange/Alrutz et al. 2012: 14 ff.). Das Potenzial, einen Teil des Berufsverkehrs von der Straße auf Radschnellwege zu verlagern, wird nun auch in Deutschland erkannt. Im Ruhrgebiet soll der europaweit längste Radschnellweg mit einer Länge von rund 85 Kilometern von Duisburg über Essen, Bochum und Dortmund nach Hamm entstehen (vgl. Abb. 11).

Abb. 11: Geplanter Verlauf des Radschnellweges Ruhr



Quelle: Bischoff/Lange/Alrutz et al. (2012: 20)

Mit rund einer Million Einwohnern und rund 400.000 Arbeitsplätzen in sieben Großstädten befindet sich bereits in einem äußerst niedrig angesetzten Einzugsgebiet von einem Kilometer ein enormes Potenzial an Nutzern (Bischoff/Lange/Alrutz et al. 2012: 19). Da die Entfernungen zwischen den großen Städten durchgehend im Bereich von 10 bis 20 km liegen, sind die einzelnen Streckenabschnitte besonders für das Pendeln mit Elektrofahrrädern geeignet. Als zentrale Achse soll der Radschnellweg Ruhr außerdem

durch Verbindungswege an das bisher freizeitorientierte Radverkehrsnetz angeschlossen werden. So wird neben dem Berufsverkehr auch der Freizeitverkehr angesprochen, um eine hohe Auslastung zu erreichen. Die geschätzten Baukosten von rund 1 Mio. Euro/km liegen, gemessen an niederländischen Erfahrungswerten von 500.000 bis 2 Mio. Euro/km, im mittleren Bereich, allerdings wird in Deutschland aufgrund der ungeklärten Finanzierungsmöglichkeiten oft auf kostenintensive Bauwerke wie Brücken oder Unterführungen verzichtet. Sowohl die beteiligten Akteure des Radschnellweges Ruhr als auch Teilnehmer an Fachdialogen sehen hier Förderbedarf seitens des Bundes (Bischoff/Lange/Alrutz et al. 2012: 20 ff.). Laut dem Nationalen Radverkehrsplan 2020 sollen Radschnellwege durchaus als Leuchtturmprojekte bei der Förderung berücksichtigt werden (BMVBS 2012: 62). Darüber hinaus können sich Experten aufgrund des hohen Potenzials durch die Nutzung von Pedelecs auch eine Förderung im Rahmen der Elektromobilität vorstellen (Bischoff/Lange/Alrutz et al. 2012: 32). Viele der formulierten Anforderungen von Pedelecs an die Verkehrswege sind nichts fundamental Neues. Sie können aber der Anstoß für eine systematische und qualitative Verbesserung des Radverkehrsnetzes sein.

Neben der qualitativen Verbesserung der Radverkehrswege sind für Pedelec-Nutzer vor allem auch sichere Abstell- und Lademöglichkeiten von Bedeutung. Um diese zu gewährleisten, sind sowohl an den Ausgangs- als auch im Besonderen an den Zielorten sichere Anlagen zum Pedelec-Parken notwendig. Zusätzlich muss in einigen Städten mit der angestrebten Erhöhung des Modal-Split-Anteils von Fahrrädern auch mit einem quantitativ höheren Bedarf an Abstellmöglichkeiten gerechnet werden. Neben der Notwendigkeit des reinen Abstellens kommt für Pedelecs noch die Problematik des Ladevorgangs hinzu. Der Wohnort dürfte als Abstellpunkt dabei am wenigsten Herausforderungen stellen, da der Akku bei den meisten Pedelecs ausbaubar ist und über das Ladegerät im Wohnraum aufgeladen werden kann. Auch die Wohnungswirtschaft in Städten sieht in diesem Zusammenhang keinen Bedarf, in Mehrfamilienhäusern den Mietern spezielle Ladepunkte bereitstellen zu müssen (Clausnitzer/Gabriel/Buchmann 2012: 85). Entscheidend sind hier jedoch die Abstellmöglichkeiten. In Wohnhäusern mit einem bereits vorhandenen Fahrradkeller ist die Sicherheit zwar gegeben, allerdings wird hier aufgrund des höheren Gewichts von Pedelecs mindestens eine Fahrschiene zur Überwindung von Treppen benötigt. Besser geeignet sind deswegen ebenerdige Abstellanlagen, da diese auch die Reisezeit von Tür zu Tür minimieren. Neben den kostengünstigen gängigen Bügeln zum Anlehnen können hier auch die bereits erwähnten Fahrradboxen verwendet werden, welche allerdings mit deutlich höherem finanziellem Aufwand und Flächenverbrauch verbunden sind (Clausnitzer/Gabriel/Buchmann 2012: 86 ff.). Die Einrichtung von Abstellmöglichkeiten liegt letztendlich im Ermessen der Wohnungsunternehmen. Da eine Förderung der Elektromobilität durch weniger Verkehrslärm und Emissionen jedoch auch Wohnquartiere aufwertet, gibt es für die Wohnungswirtschaft durchaus Gründe, diese entsprechend zu unterstützen (Clausnitzer/Gabriel/Buchmann 2012: 114). Quantitativ können Stellplätze für Fahrräder in der Landesbauordnung festgeschrieben werden. In Deutschland wird diese Regelung in Berlin und Nordrhein-Westfalen bereits angewendet.

Eine Alternative zu Abstellmöglichkeiten für das persönliche Pedelec zeigen Verleihsysteme für Wohnsiedlungen in Japan auf. Die Verleih- oder Mieträder werden hier in Tiefgaragen abgestellt, welche auch Platz für private Elektroräder bieten. Da es sich hier wie auch bei den Verleihsystemen im Tourismus um Inselsysteme handelt, können diese mit einem Batteriewechsel in den beteiligten Wohnhäusern kombiniert werden (Grett/Neupert/Köstle 2013: 160 f.). Das Potenzial von Quartiers- und Tiefgaragen oder

Fahrradparkhäusern als sichere Abstellmöglichkeiten für eine hohe Anzahl an Fahrrädern im städtischen Raum wird bereits aufgegriffen. In der Stadt Apeldoorn (Niederlande) beispielsweise können 650 Fahrräder in einem überwachten Parkhaus auf drei Ebenen mit Doppelstockparkplätzen abgestellt werden. Eine entsprechende Analyse ergab, dass sich die Zahl der Fahrradkundschaft in der Umgebung mehr als verdoppelt hat und der Diebstahl um ein Viertel zurückging. Gleichzeitig wurden 10 % weniger Autokunden verzeichnet (DIFU 2010c: 2 f.). Für Pedelecs können in Parkhäusern außerdem Schließfächer für Ladegeräte mit Akku bereitgestellt werden. Als Standort bieten sich Verkehrsknotenpunkte wie (Bus-)Bahnhöfe an, sodass eine Schnittstelle zum ÖPNV entsteht und das dortige Angebot, wie bei Bike+Ride-Anlagen oder Fahrradstationen, ergänzt wird.

Geeignet vor allem für längere Parkvorgänge sind auch dezentrale Abstell- und Lademöglichkeiten im öffentlichen Raum (z.B. Haltestellen, öffentliche Einrichtungen), um die Entfernung vom Parkplatz zum Zielort und damit die Reisedauer gering zu halten. Infrage gestellt werden kann der Zusatz einer öffentlichen Ladeinfrastruktur. Zum einen erscheint vielen Experten eine flächendeckende Ladeinfrastruktur im Unterschied zu touristischen Fahrtzwecken aufgrund der kurzen Alltagswege als nicht zwingend notwendig. Die meisten Strecken können mit einer Akkuladung zurückgelegt werden, weshalb Ladestationen eher eine öffentlichkeitswirksame Bedeutung zugeschrieben wird (Preißner/Kemming/Wittowsky 2012: 53). Zum anderen ergibt sich ein rein technisches Problem durch das derzeit äußerst heterogene Akkuangebot. Dieses erschwert die Bereitstellung öffentlicher Ladeinfrastruktur im Vergleich zum Inselmodell der Verleihsysteme, da Privatanutzer mit verschiedensten Modellen bzw. Schnittstellen bedient werden müssten. An Akkuwechselstationen wäre erst dann zu denken, wenn Akkus und Ladetechnik normiert werden. Mit dem „EnergyBus“-Standard arbeiten verschiedene Organisationen wie Bosch, Panasonic, Deutsche Bahn oder Winora an einer ersten standardisierten Ladeschnittstelle, welche die Ladeinfrastruktur enorm vereinfachen könnte, vorausgesetzt, dass der Standard auch angenommen und von den Fahrradherstellern verwendet wird (Fuchs 2012: 34). Auf der Basis des „EnergyBus“-Standards wird außerdem ein Ladeschlosskabel entwickelt, das beim Anschließen automatisch magnetisch verriegelt und bei einer unrechtmäßigen Trennung des Kabels ein Alarmsignal sendet, welches auch auf das Mobiltelefon des Anwenders weitergeleitet werden kann (Grett/Neupert/Köstle 2013: 162 f.). Ein weiteres Modell, das auf dem „EnergyBus“-System aufbaut, sind Ladestationen, in welchen ein Universalladegerät integriert ist und der Anwender nur noch einen Adapter für den Anschluss an das standardisierte Ladekabel benötigt, der zu seinem Akkumodell passt (Grett/Neupert/Köstle 2013: 164).

5 Fazit und Ausblick

Mit einiger Verzögerung im Vergleich zu den Ausgangsmärkten in Asien hat der elektromobile Boom auch den Zweiradsektor in Deutschland erreicht. In den letzten Jahren konnten E-Bikes in Deutschland ein äußerst dynamisches Wachstum verzeichnen und ihren Anteil am Fahrradmarkt kontinuierlich steigern. Dass der E-Bike-Sektor in Deutschland vor allem von Pedelecs dominiert wird, ist der klaren rechtlichen Einordnung als Fahrräder zuzuschreiben. Deren Anschaffung und Nutzung ist im Gegensatz zu anderen Typen, wie den schnellen Pedelecs, vergleichsweise einfach. Im europäischen Vergleich liegt Deutschland bei der Verbreitung von Pedelecs zwar in der Spitzengruppe, allerdings zeigen die Niederlande, dass noch weiteres Potenzial besteht.

Die Rahmenbedingungen sind durchaus positiv. Eine Änderung unserer autobasierten Mobilität in Richtung Nachhaltigkeit und geringerer Kosten rückt im Zeichen von Klima-

wandel und Ressourcenverknappung immer mehr in den Vordergrund. Die Tendenz hin zu einem sinkenden Stellenwert des Autos für junge Erwachsene sowie die Ausdifferenzierung des Mobilitätsangebots deuten bereits erste Veränderungen an. Zusammen mit einem leicht steigenden Fahrradanteil am Modal Split ergibt sich eine vielversprechende Ausgangsposition für die Integration von Pedelecs in das Verkehrssystem.

Aufseiten der Nutzer steigt die Akzeptanz. Die Möglichkeit, weitere Strecken und auch unebenes Relief mit dem Rad zu überwinden, stellt für viele den möglichen Ersatz eines Zweitwagens in Aussicht. Dementsprechend liegt in der Substitution von Pkw-Wegen auf Strecken bis zu 20 km auch ein großes Potenzial. Anhand des Schweriner Verkehrsmittelvergleichs wurde aufgezeigt, dass Pedelecs besonders bei Pendlerfahrten durchaus mit dem Pkw konkurrieren können, wenn eine entsprechende Radinfrastruktur und Verkehrsführung gegeben sind. In diesem Zusammenhang wird vor allem eine ausreichende Dimensionierung und Qualität der Radwege an Bedeutung gewinnen. Der Bau von Rad-schnellwegen, die in den Niederlanden bereits erfolgreich genutzt werden und eine möglichst hohe Reisegeschwindigkeit gewährleisten sollen, könnte dabei besondere Impulse dafür setzen, den Pendelverkehr auf das Pedelec zu verlagern. Daneben haben sich in unserem Nachbarland auch finanzielle Motivationsansätze auf betrieblicher Seite bewährt. Im Dienstleistungssektor und beim Einkauf oder dem Kindertransport erhöhen Lasten-Pedelecs das mit einem Rad transportierbare Gewicht und Volumen und runden das Substitutionspotenzial des motorisierten Individualverkehrs ab.

Die intermodale Nutzung von Pedelecs in Kombination mit dem ÖPNV kann, wie im Beispiel des „inmod“-Versuchs, Ansätze zu einer Revitalisierung des öffentlichen Verkehrs in strukturschwachen Räumen bilden und dessen Einzugsbereich deutlich erweitern. Besonders mit Blick auf den demografischen Wandel hängt dies auch eng mit einer Aufrechterhaltung der Mobilität im Alter zusammen.

Die Nutzung von Pedelecs im Tourismus zeigt, dass strukturschwache Mittelgebirgsräume von Pedelecs profitieren können, da sie neue Touristengruppen erschließen können. Die Einrichtung von Verleihsystemen in Zusammenarbeit mit den Gastronomie- und Übernachtungsbetrieben hat sich bisher durchaus bewährt, wobei eine überregionale Vernetzung hier am meisten Erfolg verspricht. Der Tourismus stellt wegen der vergleichsweise langen Strecken auch die meisten Anforderungen an eine Ladeinfrastruktur. Für die übrigen Nutzergruppen scheint diese aufgrund der geringeren Tagesfahrleistung eher nachrangig.

Sinnvoller erscheint der Ausbau von sicheren Abstellanlagen, da dieser nicht nur Pedelecs, sondern allen Radfahrern nützt. Dies würde auch dem Konzept des Nationalen Radverkehrsplans 2020 entsprechen, den Radverkehr mittels einer integrierten Planung bei der Stadtentwicklung zu berücksichtigen. Mit Blick auf die dargestellten Potenziale scheint auch eine stärkere Berücksichtigung von Pedelecs bei der Förderung der Elektromobilität, vor allem bei der Öffentlichkeitsarbeit, sinnvoll. Geht man abschließend noch einmal auf die Diskrepanz von medialer Aufmerksamkeit und tatsächlichem Entwicklungsstand der verschiedenen Formen der Elektromobilität ein, ist folgender Ansatz durchaus denkbar: „The e-mobility revolution in the next 10 years should be a ‚bottom-up‘ process, focusing first on EPACs which already developed well in the past decade. Next should be the more powerful two-wheelers such as e-bikes, e-mopeds and e-scooters and only much later (10 to 20 years from now) attention should go to electric cars“ (CONEBI 2015: 6).

Literatur

- ADFC NRW – Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club Nordrhein-Westfalen (2012): Infrastrukturelle Voraussetzungen für die radtouristische Erschließung der nordrhein-westfälischen Mittelgebirgsregionen mit Pedelecs. Düsseldorf.
- ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (2011): Postfossile Mobilität und Raumentwicklung. Hannover. = Positionspapier aus der ARL 89.
- Alrutz, D. (2013): Anforderungen von Pedelecs an die kommunale Radverkehrsinfrastruktur. Vortrag auf dem 5. Workshop Radverkehrsstrategie am 1. März 2013 in Hannover.
- Baier, R.; Göbbels, A. (2012): Pedelecinfrastruktur als Voraussetzung für sicheres Fahren. Vortrag auf dem Fachforum Mobilitätsmanagement am 18. April 2012 in Köln.
- Beckendorff, J. (2012): Japan 2011: Pedelec Sales on the Rise.
<http://www.bike-eu.com/sales-trends/nieuws/2012/10/japan-2011-pedelec-sales-on-the-rise-10110039> (11.07.2016).
- Beckendorff, J. (2013): Japan 2012: Market Goes Back To Normal.
<http://www.bike-eu.com/sales-trends/artikel/2013/3/japan-2012-market-goes-back-to-normal-10110180> (11.07.2016).
- Bischoff, P.; Lange, J.; Alrutz, D.; Grüneberg, S. (2012): Radschnellwege. Etappen auf dem Weg zur Umsetzung. Hannover.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2011): Umsetzungsbericht zum Förderprogramm „Elektromobilität in Modellregionen“ des Bundes. Berlin.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2012): Nationaler Radverkehrsplan 2020. Berlin.
- BMVBW – Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (2002): Nationaler Radverkehrsplan 2002–2012. Berlin.
- Bundesregierung (2009): Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung. Berlin.
- Clausnitzer, K.-D.; Gabriel, J.; Buchmann, M. (2012): Elektromobilität und Wohnungswirtschaft. Abschlussbericht. Bremen.
- COLIBI – Association of the European Bicycle Industry; COLIPED – Association of the European Two-Wheeler Parts' & Accessories' Industry (2014): European Bicycle Market. Industry & Market Profile. Brüssel.
- CONEBI – Confederation of the European Bicycle Industry (2015): European Bicycle Market. Industry & Market Profile. Brüssel.
- DIFU – Deutsches Institut für Urbanistik (2010a): Betriebliches Mobilitätsmanagement. Mit dem Fahrrad zur Arbeit. Berlin.
- DIFU – Deutsches Institut für Urbanistik (2010b): Radschnellwege. Berlin.
- DIFU – Deutsches Institut für Urbanistik (2010c): Innerstädtisches Fahrradparken. Berlin.
- DIFU – Deutsches Institut für Urbanistik (2011a): Klimaschutz durch stärkere Fahrradnutzung. Berlin.
- DIFU – Deutsches Institut für Urbanistik (2011b): Die Alterung der Gesellschaft und das Fahrrad. Berlin.
- ECF – European Cyclist Federation (2013): Calculating the economic benefits of cycling in EU-27. Brüssel.
- Europäische Kommission (2011): Weißbuch. Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrsraum – Hin zu einem wettbewerbsorientierten und ressourcenschonenden Verkehrssystem. Brüssel.
- Engel, T. (2012): Die CO₂-Emissionen der Elektro-Radfahrer. In: Sonnenenergie 4, 48-51.
- Froböse, I. (2006): Cycling & Health. Kompendium gesundes Radfahren. Köln.
- ETI – Europäisches Tourismus Institut (2007): Regionalwirtschaftliche Effekte des Radtourismus in Rheinland-Pfalz. Trier.

- EU – Europäische Union (2008): Richtlinie 2002/24/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. März 2002 über die Typengenehmigung für zweirädrige oder dreirädrige Kraftfahrzeuge und zur Aufhebung der Richtlinie 92/61/EWG des Rates. Brüssel.
- Fuchs, A. (2012): Ein Stecker für alle. Flächendeckende Infrastruktur braucht Standardisierung. In: Lewis, T. (Hrsg.): Go Pedelec. Wien, 33-35.
- Gather, M.; Kagermeier, A.; Lanzendorf, M. (2008): Geographische Mobilitäts- und Verkehrsforschung. Berlin, Stuttgart.
- Grau, A. (2009): Pendler: Die Mehrheit nimmt weiter das Auto. Wiesbaden.
https://www.destatis.de/DE/Publikationen/STATmagazin/Arbeitsmarkt/2009_10/2009_10P_DF.pdf?__blob=publicationFile (11.07.2016).
- Grett, P.; Neupert, H.; Köstle, W. (2013): E-Bikes und Pedelecs. Technik, Typen und Kaufberatung. München.
- Hacke, U. (2013): Potenzielle Einflüsse von Pedelecs auf die Verkehrssicherheit. Vortrag auf dem 3. Nationalen Radverkehrskongress am 13. Mai 2013 in Münster.
- Haefeli, U.; Walker, D. (2008): Begleitforschung Newride 2008. Langzeitprofil von E-Bike-Käufern in Basel. Luzern.
- Hendriksen, I.; Engbers, L.; Schrijver, J.; van Gijlswijk, R.; Weltevreden, J.; Wilting, J. (2008): Elektrisch Fietsen. Marktonderzoek en verkenning toekomstmogelijkheden. Leiden.
- Infas – Institut für Angewandte Sozialwissenschaft; DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (2010): Mobilität in Deutschland 2008. Ergebnisbericht. Struktur – Aufkommen – Emissionen – Trends. Bonn, Berlin.
- JBPI – Japan Bicycle Promotion Institute (2013): Japanese bicycle production, export and import in 2012. o. O.
- KFV – Kuratorium für Verkehrssicherheit (2011): Auswertung der Befragung von E-Bike-Nutzern in Salzburg. Wien.
- Klein, R. (2013): Elektromobilität in Deutschland. Markt- und Raumentwicklung. In: Geographische Rundschau 65 (1), 20-27.
- Lanzendorf, M.; Schönduwe, R. (2013): Urbanität und Automobilität. Neue Nutzungsmuster und Bedeutungen verändern die Mobilität der Zukunft. In: Geographische Rundschau 65 (6), 34-41.
- Manthey, N. (2012): Artenvielfalt im Regelwald. Was gilt für welches Fahrzeug? In: Lewis, T. (Hrsg.): Go Pedelec. Wien, 70-72.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2009): Radfahren in den Niederlanden. Den Haag, Utrecht.
- Neupert, H. (2012): Eine gute Gesetzgebung ist die Basis. Für den Erfolg des Pedelecs! In: Lewis, T. (Hrsg.): Go Pedelec. Wien, 69.
- NPE – Nationale Plattform Elektromobilität (2012): Fortschrittsbericht der Nationalen Plattform Elektromobilität (Dritter Bericht). Berlin.
- Onnen-Weber, U. (2015): inmod. Modellversuch zur Revitalisierung von ÖPNV im ländlichen Raum. Intermodal und elektrisch betrieben. Schlussbericht. Wismar.
- Onnen-Weber, U.; Schramek, M.; Butz, H. (2012): Schweriner Versuch. Verkehrsmittelvergleich von Fahrrad, Pedelec, Pkw und Motorrad in der Stadt-Umland-Beziehung von Pendlerströmen. Studie im Rahmen des Nationalen Radverkehrsplans. Wismar.
- Preißner, C. L.; Kemming, H.; Wittowsky, D. (2013): Einstellungsorientierte Akzeptanzanalyse zur Elektromobilität im Fahrradverkehr. Dortmund.
- Reiter, K.; Pressl, R.; Carvalho, M. (2009): Mobilitäts- und Marketingkonzept für den Pedelec Einsatz in der Energieregion Weiz-Gleisdorf. Weiz.
- Roetynck, A. (2010): Presto Cycling Policy Guide. Electric Bicycles. Brüssel.
- Rothfuß, R.; Le Bris, J. (2013): Elektromobilität und Pedelecs: Räumliche Neuordnung des Verkehrssystems? In: Geographische Rundschau 65 (6), 42-48.
- SINUS GmbH (2011): Fahrradmonitor 2011. Ergebnisse einer repräsentativen Online-Befragung. Heidelberg.

- Stöhr, C. (2009): Verträglicher Alltagsverkehr ohne Auto. Mobilität bezahlbar, gesund und individuell. In: Informationen zur Raumentwicklung 12, 805-812.
- Strele, M. (2010): Landrad. Neue Mobilität für den Alltagsverkehr in Vorarlberg. Bregenz.
- UBA – Umweltbundesamt (2010): CO₂-Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland. Mögliche Maßnahmen und ihre Minderungspotenziale. Dessau-Roßlau. = UBA-Texte 05/2010.
- UBA – Umweltbundesamt (2012): Daten zum Verkehr. Ausgabe 2012. Dessau-Roßlau. Velosuisse (2016): Uebersicht Fahrradmarkt 2015. Bern.
http://www.velosuisse.ch/files/Velostatistik%20Schweizer%20Markt%202015_11_3_16.pdf (21.07.2016).
- WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2011): Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation. Berlin.
- Wei, V. (2013): China 2012: E-Bike industry modernizing rapidly.
<http://www.bike-eu.com/sales-trends/artikel/2013/4/china-2012-e-bike-industry-modernizing-rapidly-10110194> (11.07.2016).
- Würdemann, G.; Held, M. (2009): Das hochwertige Gut Mobilität und die kostbare Ressource Öl. Perspektiven der postfossilen Mobilität. In: Informationen zur Raumentwicklung 12, 751-764.
- ZIV – Zweirad-Industrie-Verband (2014): ZIV-Jahresbericht. Mitglieder und Kennzahlen. Bad Soden.

Autor

Ralf Klein (*1960) studierte Angewandte Geographie (Dipl.-Geogr.) in Trier, wo er anschließend auch promovierte (Dr. rer. nat.). Nach Tätigkeiten als wissenschaftlicher Mitarbeiter bzw. Assistent in Flensburg, Osnabrück und Vechta folgte die Habilitation in Wirtschafts- und Sozialgeographie. Derzeit forscht und lehrt er als Professor am Lehrstuhl für Geographie und Regionalforschung der Universität Würzburg. Seine Forschungsinteressen liegen in den Bereichen Regionalforschung, Energieforschung, Methoden.

Klaus Bogenberger, Simone Weikl, Stefan Schmöller, Johannes Müller

Entwicklung und Nutzungsstruktur von Carsharing-Systemen in Deutschland

Gliederung

- 1 Einleitung
- 2 Die Entwicklung des Carsharing
- 3 Die Nutzungsstruktur von Carsharing-Systemen
 - 3.1 Zeitliche Nutzungsstruktur
 - 3.2 Räumliche Nutzungsstruktur
 - 3.3 Soziodemografische Nutzungsstruktur
 - 3.4 Einfluss des Wetters auf die Nutzung von Carsharing-Systemen
- 4 Elektrofahrzeuge im Carsharing
- 5 Fazit
- Literatur

Kurzfassung

Carsharing-Systeme erfuhren vor allem in den letzten fünf bis zehn Jahren starken Kundenzuwachs. Dies liegt vor allem an den neuen Free-Floating-Systemen ohne Stationsbindung. In diesem Artikel wird zunächst ein Einblick in die Entwicklung des Carsharing gegeben. Unterschiede in der zeitlichen und räumlichen Nutzungsstruktur werden für die verschiedenen Systeme identifiziert. Stationsbasierte Systeme werden überwiegend für längere Zeiträume und größere Distanzen genutzt, während Free-Floating-Systeme vor allem für kurze spontane Ein-Weg-Fahrten genutzt werden. Eine weitergehende Analyse eines Free-Floating-Systems in Berlin und München zeigt eine Abhängigkeit der räumlichen Buchungsstruktur von der Stadtstruktur. Im Bereich der soziodemografischen Einflüsse wird die Anzahl an Dienstleistungen mittlerer Größe als wichtigste Größe für die Anzahl an Buchungen im Free-Floating-Carsharing in Berlin identifiziert. Weitergehende Analysen zeigen einen positiven Einfluss von Schlechtwetterlagen auf Buchungsstunden bei Free-Floating-Systemen zwischen 18 und 20 Uhr. Abschließend wird ausgeführt, inwieweit Elektrofahrzeuge bereits in Carsharing-Systeme integriert sind und welche zusätzlichen logistischen Prozesse dadurch entstehen.

Schlüsselwörter

Carsharing – innovative Mobilitätsdienste – Elektromobilität – Nutzungsverhalten bei Verkehrssystemen – Verkehrswesen

Development and Usage Structure of Carsharing Systems

Abstract

The utilisation of carsharing systems has increased remarkably during the last five to ten years. This is due to the new Free-Floating systems without fixed stations. This article first offers an overview of the development of carsharing. Differences in the temporal and spatial usage structure of the different systems are identified. Station-based systems are primarily used for longer time periods and distances whereas Free-Floating systems are mostly used for short, spontaneous, one-way trips. A further analysis of a Free-Floating carsharing system in Berlin and Munich shows that spatial booking patterns depend on the spatial structure of the specific city. Concerning socio-demographic factors, the number of medium-sized services is the most important factor for the number of bookings made with the Free-Floating system in Berlin. Further analysis shows the positive influence of bad weather on the hours booked with Free-Floating systems between 6 pm and 8 pm. Finally, the article highlights the degree to which electric vehicles are already integrated into carsharing systems and which additional logistic processes thereby emerge.

Keywords

Carsharing – innovative mobility services – electromobility – usage structure of transportation systems – transportation

1 Einleitung

Carsharing-Systeme erfuhren in den letzten fünf bis zehn Jahren starken Kundenzuwachs. Dies liegt vor allem an den neuen Free-Floating-Systemen ohne Stationsbindung. Neue Anbieter aus dem Bereich der Automobilindustrie sind entstanden, Beispiele hierfür sind DriveNow (BMW) und car2go (Daimler). Für viele Kunden bietet Carsharing eine Ergänzung zu ihrem persönlichen Mobilitätsangebot, die den Verzicht auf ein eigenes Fahrzeug ermöglichen kann. Durch situationsbedingt optimale Nutzung aller Verkehrsmittel in der Alltagsmobilität können die Vorteile des privaten Fahrzeugbesitzes bei sinkenden Mobilitätskosten kompensiert werden. Dabei schließt Carsharing eine bisher vorhandene Lücke bei Fahrten, die den – insbesondere spontanen – Gebrauch eines Pkw „erfordern“. Diese Fahrten können nun auch ohne Verfügbarkeit eines eigenen Autos durchgeführt werden.

Im vorliegenden Artikel sollen Ergebnisse von empirischen Datenanalysen eines solchen neuen Free-Floating-Systems vorgestellt werden. Die Besonderheit liegt dabei darin, dass die vorgestellten Ergebnisse auf der Analyse originaler Buchungsdaten eines Anbieters in den Städten München und Berlin basieren. Dabei liegt der Fokus auf der Beschreibung der tatsächlichen Nutzung durch Kunden und der Untersuchung möglicher Einflussfaktoren.

Der Artikel ist folgendermaßen aufgebaut: Zuerst wird in Kapitel 2 die Entwicklung des Carsharing nachgezeichnet. Anschließend werden in Kapitel 3 Ergebnisse der empirischen Datenanalyse vorgestellt. Dabei werden zunächst sowohl zeitliche als auch räumliche Nutzungsmuster dargestellt. Anschließend werden mögliche Einflussfaktoren untersucht. Zunächst wird betrachtet, wie sich die Stadtstruktur auf die Verteilung der Carsharing-Nutzung auswirkt. Des Weiteren wird untersucht, wie stark „schlechtes“ Wetter die Nutzungshäufigkeit beeinflusst. In Kapitel 4 wird kurz aufgezeigt, welche zusätzlichen

Herausforderungen durch die Einflottung von Elektrofahrzeugen auf die Betreiber zukommen, bevor in Kapitel 5 die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst werden.

2 Die Entwicklung des Carsharing

Das Mobilitätskonzept Carsharing entwickelte sich bereits Ende der 1980er Jahre in Luzern (Schweiz) als Alternative zum privaten Fahrzeugbesitz. Dabei spielte der Umweltaspekt eine übergeordnete Rolle. Carsharing wurde in gemeinnützigen Vereinen oder Nachbarschaftsgruppen organisiert, in denen sich mehrere Mitglieder die vorhandenen Fahrzeuge teilten. Seit Ende der 1990er Jahre fand dann eine Professionalisierung des Carsharing statt (Schwieger 2011).

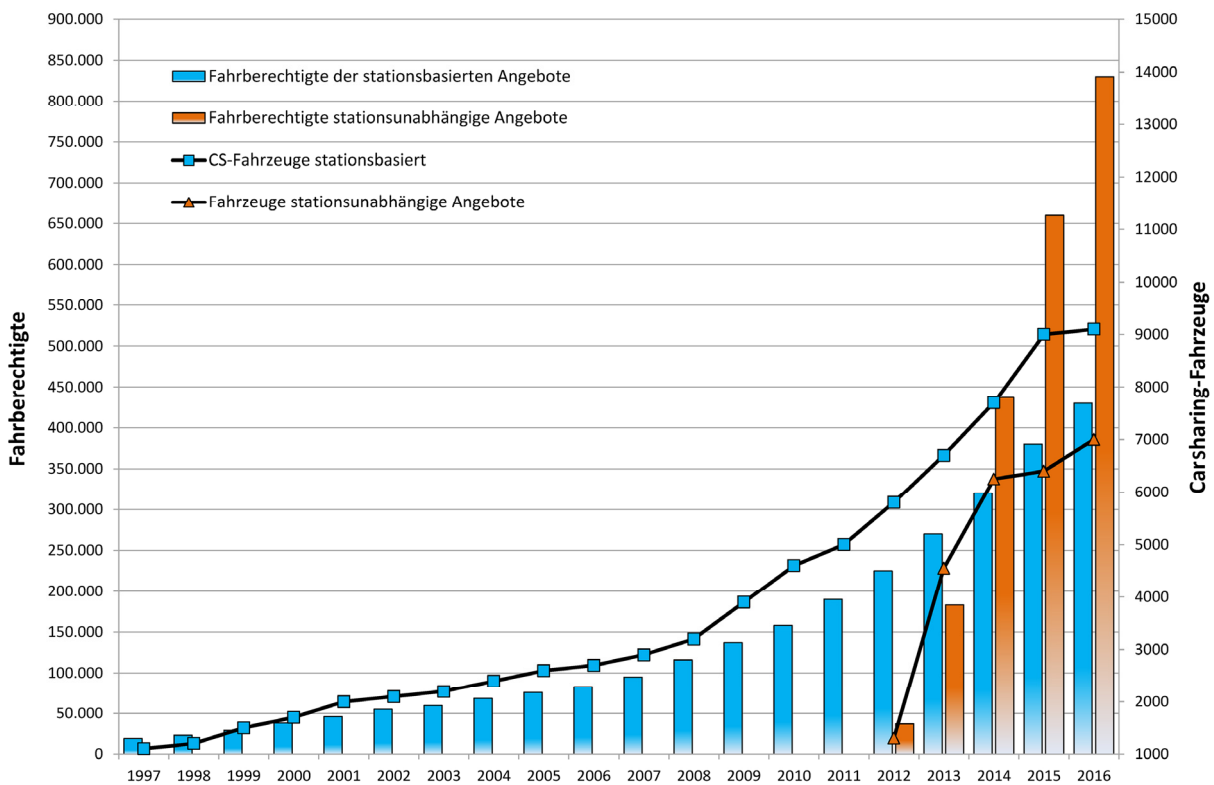
Mittlerweile bieten große, zum Teil internationale Mobilitätsdienstleister eine Vielfalt an Fahrzeugen an verschiedenen Orten an und garantieren eine gute Instandhaltung der Fahrzeuge. Die Kunden registrieren sich meist über das Internet und an Registrierungsstationen. Anschließend kann der Kunde mithilfe einer Smartphone-Anwendung oder über das Internet nach nahegelegenen Fahrzeugen suchen. Nach erfolgreicher Suche kann das passende Fahrzeug gebucht und anschließend genutzt werden. Dabei gibt es unterschiedliche Systeme der Fahrzeugrückgabe. Auch die Preismodelle und Geschäftsbedingungen werden individuell vom jeweiligen Carsharing-Anbieter definiert und sind konzeptabhängig. Die Versicherung ist meist mit Selbstbeteiligung im Preis enthalten.

Mit der Entwicklung und dem Potenzial des Carsharing in Deutschland befassen sich eine Reihe von Autoren (Loose/Mohr/Nobis et al. 2004; Maertins 2006; Wilke 2007; Baum/Heinicke/Mennecke 2012; Harding 2013; Magg/Oppolzer/Roth 2014). Zu Beginn der Entwicklung des Carsharing wurden ausschließlich stationsbasierte Carsharing-Systeme implementiert. Diese zeichnen sich durch feste Stationen z. B. auf angemieteten Parkplätzen oder in Parkgaragen aus. Vor der Nutzung des Fahrzeugs muss dieses unter Angabe des Nutzungsbeginns sowie des Nutzungsendes gebucht werden. Dabei ist die Buchung auch längere Zeit im Voraus möglich. Diese Systeme eignen sich ausschließlich für Rundfahrten, da die Rückgabe des Fahrzeugs stets an der Ausgangsstation erfolgen muss. Verglichen mit Free-Floating-Systemen ist dabei die Ähnlichkeit zur herkömmlichen Autovermietung somit noch stärker vorhanden, bringt aber die zusätzliche Möglichkeit kurz andauernder Buchungen. Meist fallen bei diesen Systemen feste Mitgliedsbeiträge sowie zeit- und kilometerabhängige Nutzungskosten inklusive Benzinkosten und Versicherung mit Selbstbeteiligung an. Das größte stationsgebundene Carsharing-System in Deutschland ist das System Flinkster der Deutschen Bahn AG. Dieses ist deutschlandweit in über 140 Städten mit circa 3.500 Fahrzeugen vertreten.

Die Innovation Carsharing erfuhr vor allem in den letzten vier bis fünf Jahren starken Kundenzuwachs. Mittlerweile nutzen deutschlandweit bereits mehr als 1.250.000 Kunden zahlreiche Carsharing-Angebote. Dieses rasante Wachstum erklärt sich vor allem durch die neuen, sogenannten Free-Floating-Carsharing-Systeme (FFCS), die in Ergänzung zu den traditionellen stationsgebundenen Systemen eingeführt wurden. Diese neuen Systeme sind nicht an Stationen gebunden und erlauben Ein-Weg-Fahrten. Die Entwicklung der Kunden- und Fahrzeugzahlen der klassischen stationsgebundenen und der neuen Free-Floating-Carsharing-Systeme in Deutschland ist in Abbildung 1 dargestellt. Mittlerweile sind deutschlandweit 537 Orte mit Carsharing-Angeboten versorgt, was einer erreichbaren Bevölkerung von mindestens 37 Millionen entspricht.¹

¹ Vgl. <http://www.carsharing.de/alles-ueber-carsharing/carsharing-zahlen> (12.07.2016).

Abb. 1: Entwicklung der Kunden- und Fahrzeugzahlen von stationsgebundenen und Free-Floating-Carsharing-Systemen in Deutschland



Quelle: <http://www.carsharing.de/alles-ueber-carsharing/carsharing-zahlen> (12.07.2016)

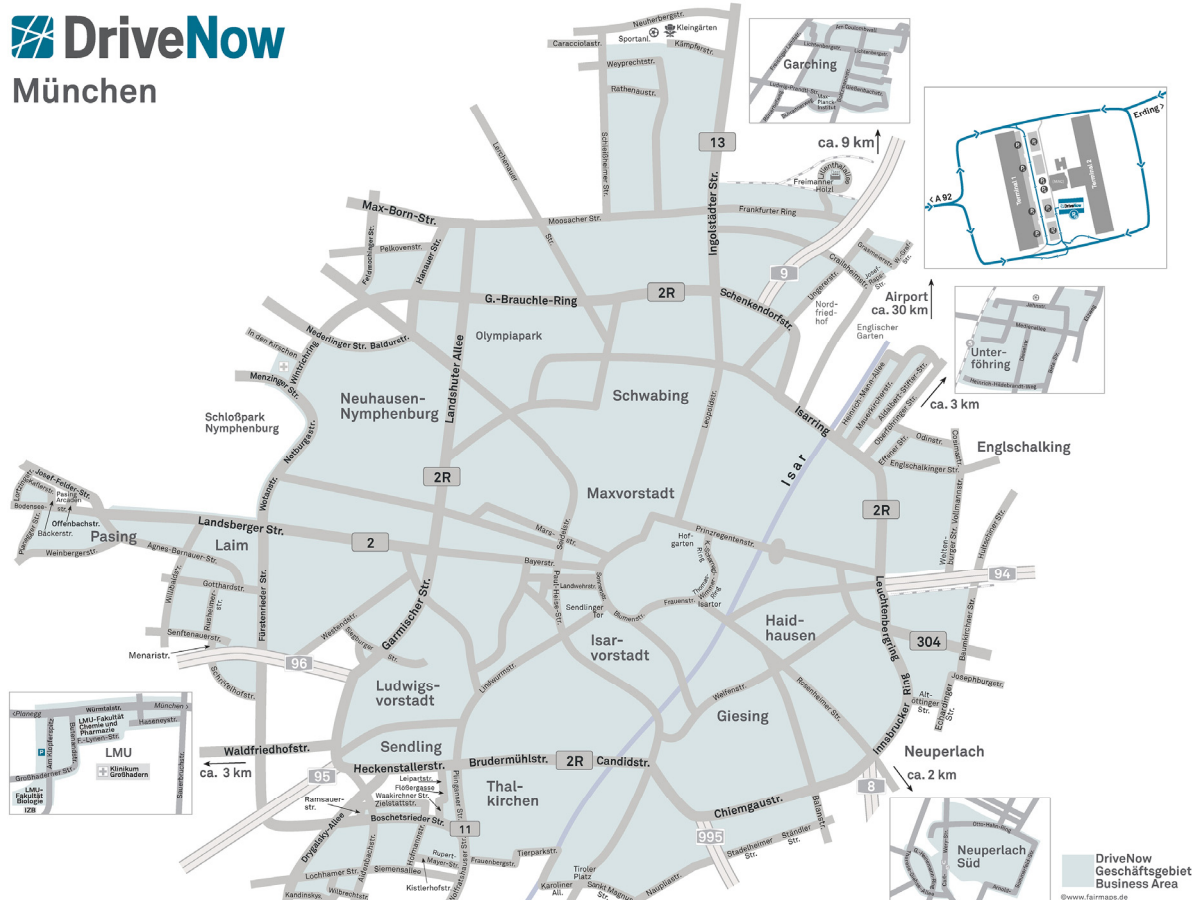
Die Anbieter von Free-Floating-Systemen definieren ein Geschäftsgebiet (meist das Stadtzentrum) und ermöglichen die Rückgabe der Fahrzeuge auf fast jedem beliebigen Parkplatz innerhalb dieses Geschäftsgebiets. Dies wird durch Regelungen mit den entsprechenden Behörden abgesichert. Durch entsprechende Erleichterung bzw. Erschwerung der Parkplatzsituation für Carsharing kann auch die Nutzung des Systems gezielt gestärkt oder gehemmt werden.² Abbildung 2 zeigt exemplarisch das Geschäftsgebiet des Carsharing-Anbieters DriveNow in München. Der Kunde ist nicht mehr an Stationen gebunden und kann die Carsharing-Fahrzeuge auch für Ein-Weg-Fahrten nutzen. Meist setzt sich der Preis aus einer einmaligen Anmeldegebühr sowie zeitabhängigen Nutzungskosten inklusive Benzinkosten und Versicherung mit Selbstbeteiligung zusammen. Einige Anbieter verlangen zusätzliche Gebühren, falls das Fahrzeug außerhalb des Geschäftsgebiets abgestellt wird, sowie reduzierte Nutzungsgebühren während des Parkens. Bei diesen neuen Systemen ist keine Buchung im Voraus notwendig, was die Nutzung flexibler und spontaner macht.

Free-Floating-Carsharing wird vermehrt durch Autohersteller angeboten. Ende 2015 nutzten bereits 830.000 eingeschriebene Kunden diese neuen Systeme. Um wirtschaftlich zu sein, benötigen Free-Floating-Systeme eine hohe Anzahl potenzieller Kunden und eignen sich daher hauptsächlich für Großstädte und verdichtete Ballungsräume mit mindestens 500.000 Einwohnern (Graf 2013). In Deutschland dominieren die Systeme car2go (Joint Venture der Daimler AG mit Europcar) und DriveNow (Joint Venture der

² Für Beispiele, wie solche Übereinkünfte mit den Behörden aussehen können, vgl. Landeshauptstadt München/Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin (2015).

BMW AG und der Sixt AG). Vor allem car2go expandiert auch global und bietet sein System bereits in 28 Städten weltweit an.

Abb. 2: Geschäftsgebiet des Free-Floating-Carsharing-Systems DriveNow in München



Quelle: <https://de.drive-now.com/#!/carsharing/muenchen> (12.07.2016)

Empirische Studien zeigen, dass Carsharing-Systeme zur Lösung von Problemen in den Bereichen Verkehr, Raumnutzung, Umwelt und Gesellschaft beitragen (Martin/Shahen/Lidicker 2010; Martin/Shahen 2011). Dabei ist erwähnenswert, dass Carsharing zu einer positiven Veränderung des Mobilitätsverhaltens beiträgt und den privaten Fahrzeugbesitz reduziert. Das tatsächliche Ausmaß dieser Reduktion wird in verschiedenen internationalen Studien in einem Bereich von mindestens neun bis zu maximal 23 eingesparten Fahrzeugen pro Carsharing-Fahrzeug angegeben (Chen/Kockelman 2015). Diese positiven Wirkungen wurden bislang vor allem für klassische stationsgebundene Carsharing-Systeme mit Rundfahrten nachgewiesen. Die Wirkungen der neuen Free-Floating-Carsharing-Systeme wurden noch nicht umfassend analysiert. Das vom Bundesumweltministerium geförderte Projekt „WiMobil – Wirkung von E-Car Sharing-Systemen auf Mobilität und Umwelt in urbanen Räumen“ schließt diese Lücke. Für die Testfelder München und Berlin und die Carsharing-Systeme Flinkster und DriveNow werden anhand verschiedener Analysewerkzeuge etwa Auswirkungen der Systeme auf Parkdruck, Intermodalität und Fahrzeugbesitz untersucht.

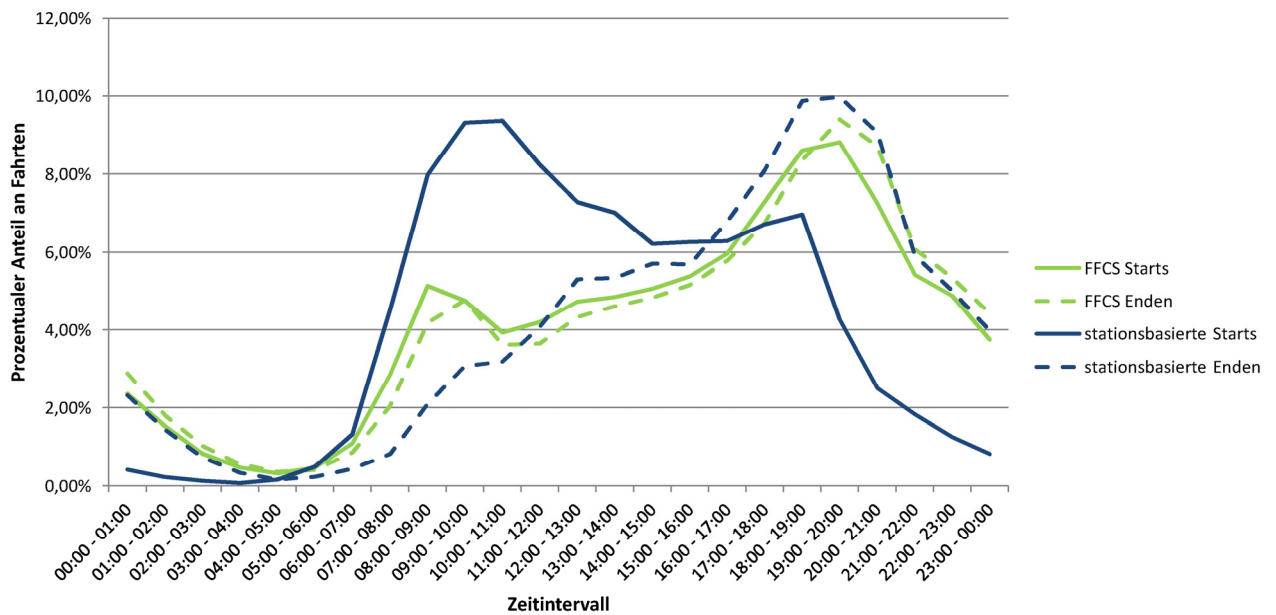
3 Die Nutzungsstruktur von Carsharing-Systemen

3.1 Zeitliche Nutzungsstruktur

Schmöller und Bogenberger untersuchten 2013 in ersten Analysen vor allem, wie und für welche Zwecke Carsharing genutzt wird (vgl. Schmöller/Bogenberger 2014). Zunächst wurden ein Free-Floating- und ein stationsgebundenes System in München verglichen. Die Auswertung von Buchungsdaten ergab für das betrachtete Free-Floating-Carsharing-System eine durchschnittliche Buchungsdauer von 43 Minuten, davon durchschnittlich 30 Minuten im Fahrtmodus und 12 Minuten im Parkmodus. Die durchschnittliche Distanz betrug 8,6 km. Beim betrachteten stationsgebundenen Carsharing-System dauerten die Buchungen mit durchschnittlich 837 Minuten (circa 14 Stunden) fast 20-mal so lange. Dabei wurde durchschnittlich eine Distanz von 115,4 km zurückgelegt. Im Vergleich zum Free-Floating-System wurde damit mehr als 10-mal so weit gefahren (Schmöller/Bogenberger 2014: 11). Die beiden Systeme werden für sehr unterschiedliche Fahrtzwecke genutzt und ergänzen sich somit gut. Betrachtet man den tageszeitlichen Verlauf von Buchungsbeginn und -ende (vgl. Abb. 3), kann man ebenfalls Unterschiede zwischen dem Free-Floating- und dem stationsgebundenen System erkennen. Aufgrund der kurzen Buchungsdauern von unter einer Stunde, werden beim Free-Floating-System im Tagesverlauf jeweils ähnlich viele Buchungen gestartet und beendet. Das Free-Floating-System weist sowohl bei den Buchungsstarts als auch bei den Buchungsenden zwei Spitzen auf, die erste kleinere Spitze zwischen 8 und 10 Uhr und die zweite größere Spitze zwischen 17 und 20 Uhr. In der größeren Abendspitze werden circa 32 % aller Fahrten des Free-Floating-Systems gestartet und beendet. Beim stationsgebundenen System haben jedoch Buchungsbeginn und Buchungsende unterschiedliche Schwerpunkte. Zwischen 8 und 10 Uhr starten die meisten Buchungen (circa 27 %), wohingegen aufgrund der längeren Fahrtauern die meisten Fahrzeugrückgaben erst abends zwischen 17 und 20 Uhr stattfinden (circa 37 %). Außerdem fällt auf, dass der Anteil der Fahrten, die nachts gestartet werden, beim Free-Floating-System bedeutend höher ist (Schmöller/Bogenberger 2014: 11).

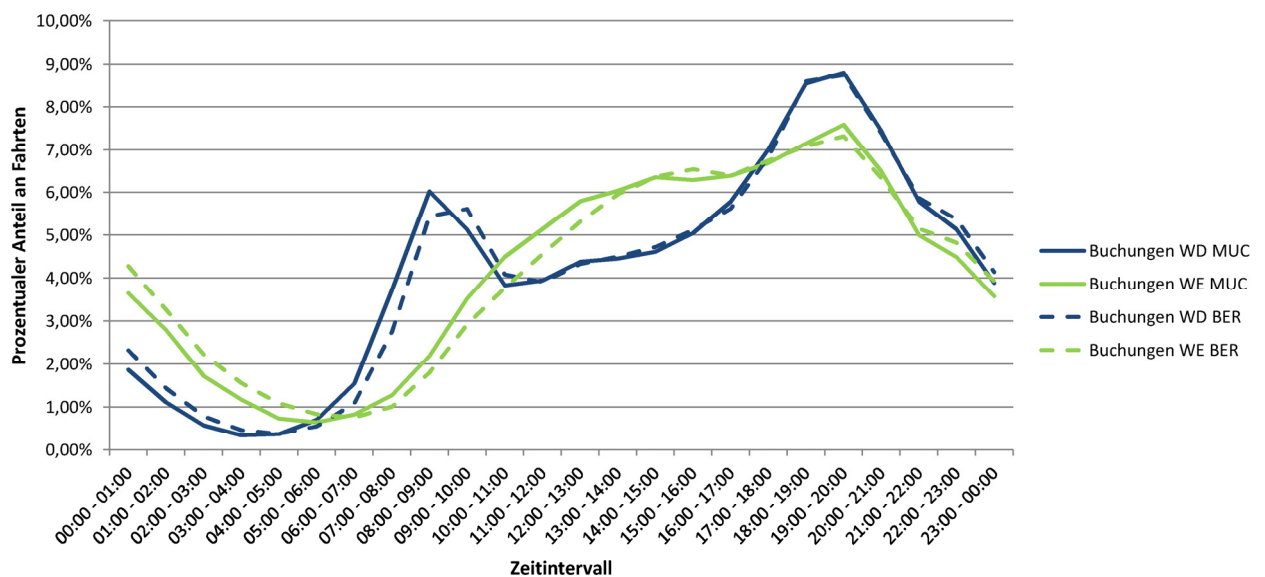
Für zwei Free-Floating-Systeme in Berlin und München führten Schmöller, Weikl, Müller und Bogenberger (2014) weitergehende Analysen durch. Zunächst wurde der tageszeitliche Buchungsverlauf separat für Werktage und Wochenenden betrachtet (vgl. Abb. 4). Dabei zeigte sich, dass die Werktagskurven der beiden Städte nahezu identisch sind mit einer ersten Buchungsspitze zwischen 8 und 10 Uhr und einer zweiten stärkeren Buchungsspitze zwischen 17 und 20 Uhr. Da diese Buchungsspitzen mit den Hauptverkehrszeiten übereinstimmen, ist ein klarer Zusammenhang mit dem Berufsverkehr erkennbar. An den Wochenenden bildet sich hingegen keine deutliche Buchungsspitze aus. Die Fahrten beginnen meist später und verteilen sich dann über den gesamten Tag. Nachts finden circa doppelt so viele Buchungen statt. Beide Kurven für Berlin sind (zumindest morgens) leicht nach rechts verschoben. Dies lässt vermuten, dass Carsharing in Berlin zwar für dieselben Zwecke genutzt wird, jedoch zeitlich etwas später. Im Vergleich mit der tageszeitlichen Nutzung der „konkurrierenden“ Verkehrsmittel anhand von Ergebnissen der Studie „Mobilität in Deutschland“ (Infas/DLR 2008) wird insbesondere deutlich, dass die Spitzenzeiten beim Carsharing später auftreten als im öffentlichen und Radverkehr, aber auch später als beim gewöhnlichen motorisierten Individualverkehr. Dies deutet darauf hin, dass entsprechend auch die Nutzungszwecke und die Nutzergruppen sich in irgendeiner Form vom bundesdeutschen Durchschnitt unterscheiden.

Abb. 3: Tageszeitlicher Verlauf von Buchungsbeginn und -ende bei einem Free-Floating- und einem stationsgebundenen Carsharing-System



Quelle: Schmöller/Bogenberger (2014: 11)

Abb. 4: Tageszeitlicher Buchungsverlauf der Free-Floating-Carsharing-Systeme in Berlin und München für Werktage (blau) und Wochenenden (grün)

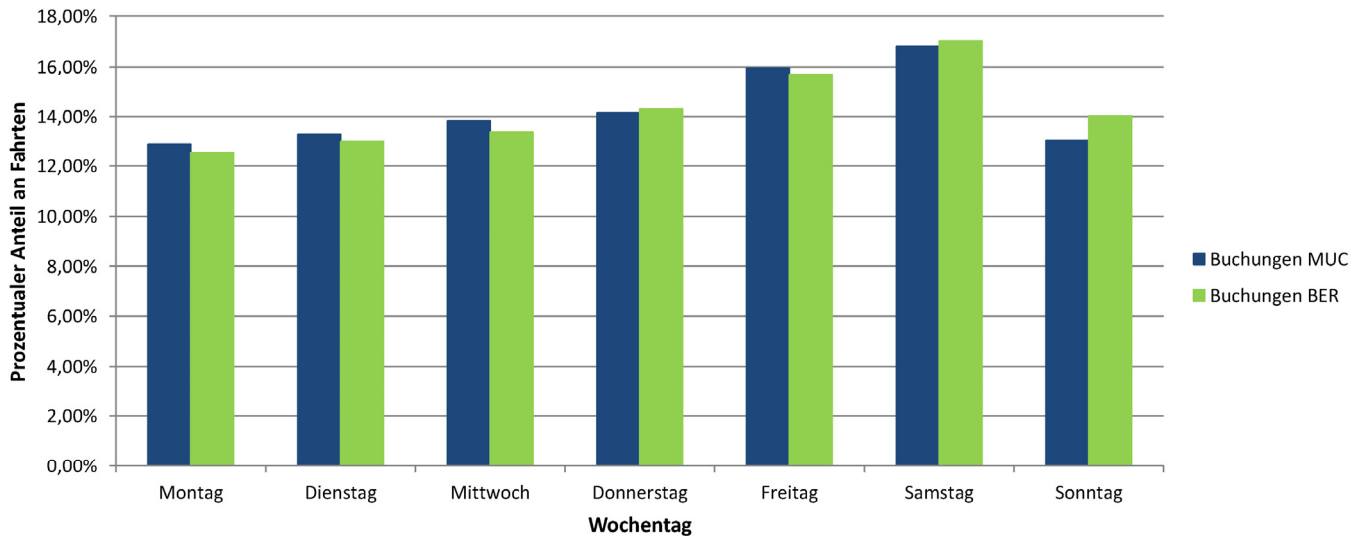


Quelle: Eigene Darstellung nach Schmöller/Weikl/Müller et al. (2014)

Auch die Verteilung der Buchungen über die einzelnen Wochentage wurde für die Free-Floating-Systeme untersucht. Diese Verteilung ist in Abbildung 5 dargestellt. Die Buchungsanzahl bleibt von Sonntag bis Donnerstag in etwa gleich, während an Freitagen und Samstagen ein deutlicher Anstieg der Buchungsfrequenz erkennbar ist. Diese Nutzungsstruktur führt zu der Annahme, dass Carsharing hauptsächlich für Einkäufe und Freizeit Zwecke genutzt wird, was durch die Ergebnisse von Müller/Schmöller/Giesel (2015) im Grunde bestätigt werden kann. Der Buchungsrückgang von Samstag

auf Sonntag kann auf die fehlenden Einkaufsmöglichkeiten am Sonntag zurückgeführt werden.

Abb. 5: Wochenverlauf der Buchungen bei einem Free-Floating- und einem stationsgebundenen Carsharing-System



Quelle: Schmöllner/Weigl/Müller et al. (2014)

3.2 Räumliche Nutzungsstruktur

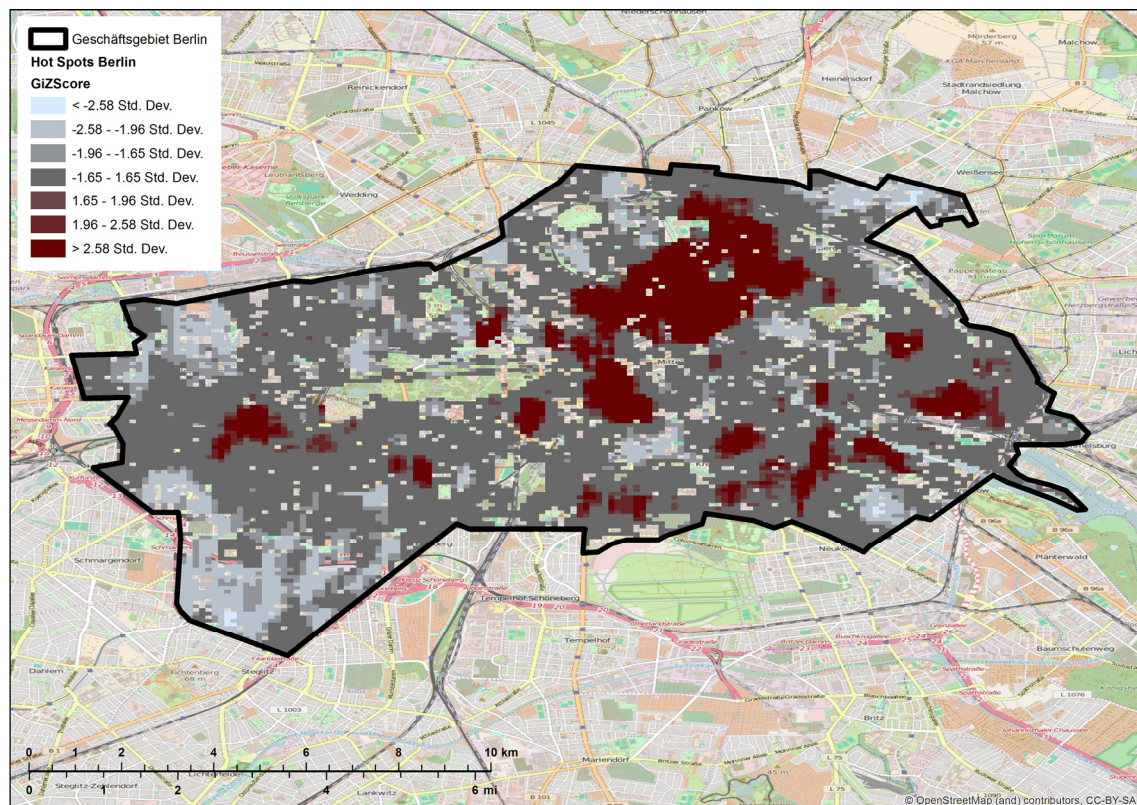
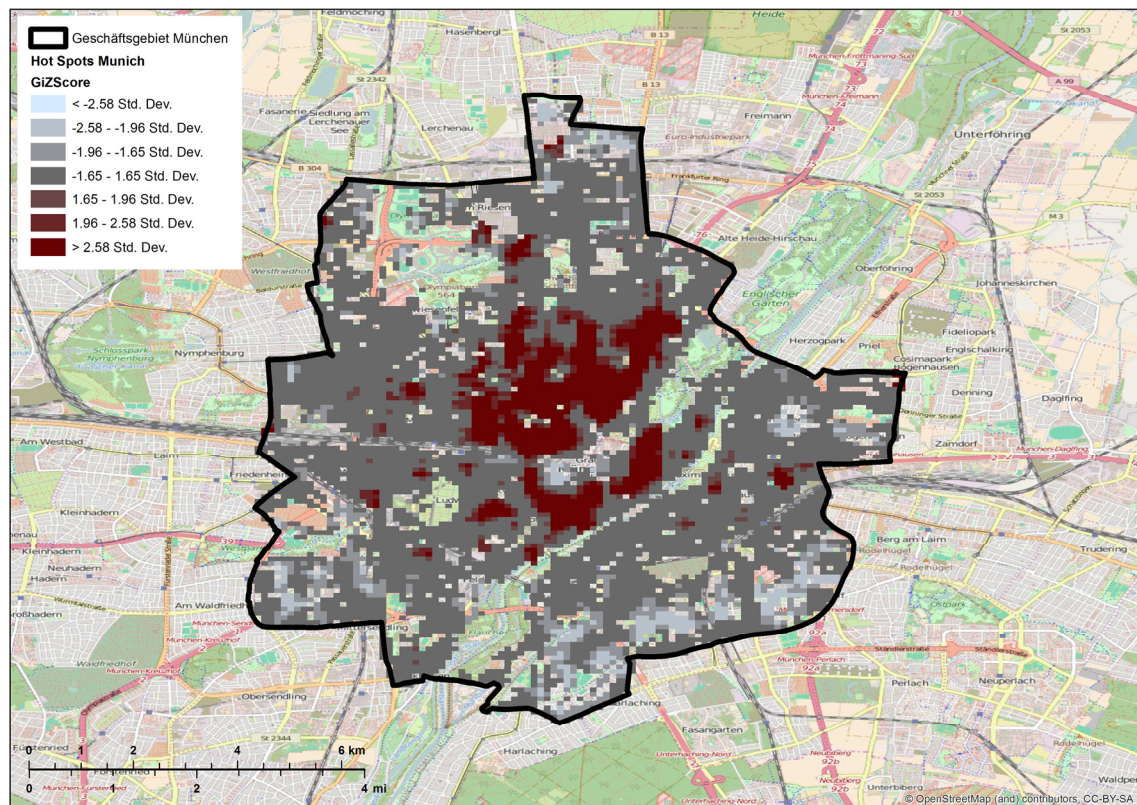
Da bezüglich der zeitlichen Nutzungsstruktur von Carsharing-Systemen Unterschiede zwischen dem Free-Floating- und dem stationsgebundenen System in München identifiziert wurden, wurden die beiden Systeme durch Schmöllner und Bogenberger (2014) zusätzlich bezüglich ihrer räumlichen Nutzungsstruktur untersucht. Dazu wurde die Häufigkeit der Buchungsenden der beiden Systeme in den einzelnen Parkquartieren verglichen (vgl. Abb. 6). Beim stationsgebundenen System entspricht dies aufgrund der Rundfahrten der Buchungshäufigkeit pro Quartier. Beim stationsgebundenen System unten verfügen alle Gebiete im Bereich der Altstadt über einen geringen Nutzungsgrad. Eine Ausnahme stellt ein kleiner Bereich im Süden der Altstadt dar. Mit wachsender Distanz zum Altstadtring steigt die Buchungshäufigkeit in den Quartieren. Das Free-Floating-System weist eine abweichende räumliche Verteilung der Buchungsenden auf. Die Gebiete mit hoher Frequentierung befinden sich in der Innenstadt und nördlich davon im Bereich der Universitäten, wohingegen die westlichen Gebiete eine geringere Frequentierung aufweisen. Diese Unterschiede können durch die Stadtstruktur und die unterschiedlichen Eigenschaften der Systeme erklärt werden. Die Innenstadt verfügt über zahlreiche Arbeitsplätze und Einkaufsmöglichkeiten. Fahrten in die Innenstadt sind also häufig Ein-Weg-Fahrten, die mit Free-Floating-Systemen am besten durchgeführt werden können. Die Gebiete mit größerem Abstand zum Altstadtring sind meist Wohngebiete. Die Rundfahrten des stationsgebundenen Systems finden dort aufgrund der typischen Aktivitätsketten Daheim–Arbeit–Daheim oder Daheim–Einkaufen–Daheim statt.

Abb. 6: Buchungsfrequenz des stationsgebundenen Systems pro Gebiet (unten),
Häufigkeit der Buchungsenden des Free-Floating-Systems pro Gebiet (oben)



Quelle: Schmöller/Weikl/Müller et al. (2014)

Abb. 7: Hot Spots der Buchungen für ein Free-Floating-Carsharing-System in München (oben) und Berlin (unten)



Quelle: Schmöllner/Weigl/Müller et al. (2014)

Für die betrachteten Free-Floating-Systeme in Berlin und München führten Schmöl-ler/Weigl/Müller et al. (2014) weitergehende räumliche Analysen durch. Dazu wurden Hot Spots der Buchungen berechnet. Die Geschäftsgebiete wurden mit einem Netz quadratischer Zellen mit Kantenlänge 100 Meter überlagert. Hot Spots sind diejenigen Zellen, die im Vergleich zum Durchschnittswert aller Zellen eine statistisch signifikant höhere Buchungsanzahl aufweisen. Diese Hot Spots sind in Dunkelrot in Abbildung 7 dargestellt. Berlin weist mehrere Ansammlungen von Hot Spots in verschiedenen Regionen des Geschäftsgebiets auf. Das betrachtete Carsharing-System zeichnet sich durch eine polyzentrische Buchungsstruktur aus. Die Hot Spots des Free-Floating-Systems in München sind dagegen im Stadtzentrum konzentriert, das sich in der Mitte des Geschäftsgebiets befindet. Die Buchungsverteilung in München ist somit monozentrisch. Die Unterschiede zwischen Berlin und München zeigen, dass räumliche Carsharing-Buchungsmuster stark von der Geometrie der jeweiligen Stadt abhängen. Da Berlin eine Stadt mit mehreren Stadtzentren ist, wird Carsharing räumlich polyzentrisch genutzt. Das einzige Stadtzentrum von München bewirkt eine monozentrische Carsharing-Buchungsstruktur.

3.3 Soziodemografische Nutzungsstruktur

Neben der zeitlichen und räumlichen Analyse der Carsharing-Buchungen kann eine Überlagerung der Buchungen mit soziodemografischen Daten zusätzliche Einflussfaktoren identifizieren, die sich positiv auf die Carsharing-Nutzung auswirken. Müller, Bogenberger und Schmöl-ler (2015) führten dazu 2014 anhand der Buchungsdaten eines Jahres (November 2011 bis Oktober 2012) eine Regressionsanalyse durch. Die verwendeten soziodemografischen Daten stammten ebenfalls aus dem Jahr 2012 (infas 2012).³ Die erhobenen soziodemografischen Merkmale wurden über eine eigens dafür entworfene räumliche Struktur zellenweise kumuliert. Diese Wohnquartiere wurden so gewählt, dass sie sich zwar flächenmäßig zum Teil erheblich unterschieden, bezüglich der Einwohner jedoch eine homogene Einheit bildeten. Anschließend wurde die Anzahl der gesamten Buchungen pro Wohnquartier gezählt. Dieser Wert wurde mit den vorliegenden soziodemografischen Daten auf Korrelationen hin untersucht. Von den Buchungsdaten wurden nur die Fahrten genommen, die von „heavy usern“ durchgeführt wurden. Da festgestellt wurde, dass sich rund 80 % aller Buchungen auf etwa 20 % der Nutzer verteilen, wurden diese Nutzer als „heavy user“ definiert. In Berlin wurden somit nur Fahrten von Nutzern mit mehr als 19 Fahrten, in München nur Fahrten von Nutzern mit mehr als 15 Fahrten untersucht. Grund für diese Spezifikation war, dass zur Typisierung des Nutzers nur möglichst Carsharing-affine Personen betrachtet werden sollten.

Die erste festgestellte Auffälligkeit war, dass Free-Floating besonders gut in Wohnquartieren funktioniert, in denen der Anteil der Menschen im berufstätigen Alter hoch ist. Es wurde festgestellt, dass die meisten Nutzer von Free-Floating-Carsharing zwischen 25 und 34 Jahren alt sind (Müller/Schmöl-ler/Giesel 2015: 2569). Allerdings zeigt sich in der Regressionsanalyse kein homogenes Bild für Berlin und München.

In Berlin funktioniert Free-Floating-Carsharing tendenziell besser in Wohnquartieren, in denen mehr Menschen zwischen 6 und 14 Jahren und 40 und 54 Jahren wohnen. Dies sind typischerweise Wohngebiete, in denen Familien mit schulpflichtigen Kindern wohnhaft sind. In München zeigt sich hier ein Unterschied: Positiv wirkt sich hier nur ein erhöhter Anteil von 25- und 49-Jährigen auf die Anzahl der Buchungen aus. In Gebieten

³ Vgl. <http://infas360.de> (12.07.2016).

mit Kindern funktioniert Free-Floating-Carsharing tendenziell schlechter, sodass davon ausgegangen werden kann, dass Familien mit Kindern in München diese Form des Carsharing eher nicht nutzen. Auch im Zusammenhang mit der deutlich höheren Kaufkraft pro Person in München kann vermutet werden, dass der Besitz eines Autos für diese Personengruppe als wahrscheinlicher gilt.

Auf der Suche nach anderen wichtigen soziodemografischen Einflussvariablen wurde mittels eines linearen Regressionsmodells identifiziert, welche Variablen den größten Einfluss auf die Buchungszahlen haben. In Tabelle 1 sind für Berlin und München jeweils die fünf erklärungsstärksten Variablen aufgelistet. In Berlin können mit den ersten fünf Variablen bereits 70 % der Daten erklärt werden. Der auffälligste lineare Zusammenhang ist dabei zwischen Buchungszahl und Anzahl an Dienstleistungen mittlerer Größe auszumachen. Mit dieser Einflussgröße ist die Anzahl an mittelgroßen Restaurants, Cafés, Einzelhandelsbetrieben und Ähnlichem gemeint. Dass diese Variable erheblichen Einfluss hat, zeigt, dass nicht nur die Altersstruktur vor Ort eine Rolle spielt, sondern auch, dass Orte vorhanden sind, die attraktiv für das öffentliche Leben in der Stadt sind.

In München fällt der Wert des R^2 deutlich geringer aus. Auch ist die Korrelation mit einigen Variablen wie z. B. „Entfernung Flughafen“ als eine Scheinkorrelation zu werten. Da das Stadtzentrum Münchens selbst nicht Teil des Geschäftsgebiets ist und es auch sonst viele Sperrzonen für das Parken von Free-Floating-Carsharing-Fahrzeugen gibt, ist eine lineare Regression in diesem Fall kein geeignetes Mittel, um unterschiedliche Buchungsfrequenzen zu erklären.

Als entscheidender scheint hier schlichtweg die Verfügbarkeit von Parkplätzen zu sein. Diese ließe sich durch die Länge der Straßenzüge messen. Eine ebenfalls untersuchungswerte Einflussgröße ist der Parkdruck in der jeweiligen Region. Da Parkraumbewirtschaftung nur in Gebieten mit nachweislich hohem Parkdruck durchgeführt werden kann, wäre die Höhe der Parkgebühren eine quantitative Größe für den vorherrschenden Parkdruck, die in Korrelation mit den Buchungszahlen gesetzt werden kann.

Tab. 1: Wichtigste Einflussgrößen für die Anzahl an Buchungen im Free-Floating-Carsharing in Berlin und München. Die R^2 -Werte gelten jeweils für das kumulierte lineare Modell mit allen darüberstehenden Einflussgrößen

Berlin	R^2	Effekt	München	R^2	Effekt
Dienstleistungen mittel	0.510	+	Ämter und Behörden mittel	0.292	+
Anzahl Firmen groß (ca. 100 und mehr Beschäftigte)	0.565	+	Anzahl Firmen groß (ca. 100 und mehr Beschäftigte)	0.325	+
Entfernung Autobahnanschluss	0.606	+	Entfernung Flughafen	0.355	-
Angebotskaltmiete als Index (BRD=100)	0.634	+	Fläche des Wohnquartiers	0.378	+
Entfernung ICE-Bahnhof	0.655	-	Entfernung ICE-Bahnhof	0.410	-

Quelle: Müller/Bogenberger/Schmöller (2015: 80)

3.4 Einfluss des Wetters auf die Nutzung von Carsharing-Systemen

Müller, Bogenberger und Schmöller (2015) untersuchten den Einfluss der Wetterlage auf die Nutzung von Carsharing-Systemen. Die zurate gezogenen Wetterdaten stammten aus der Hand des Deutschen Wetterdienstes.

Die Vermutung liegt nahe, dass Free-Floating-Carsharing-Systeme bei „schlechtem Wetter“ häufiger genutzt werden als an „Schönwettertagen“. Eine genaue Definition von schlechtem Wetter existiert nicht, da es sich um eine subjektive Meinung handelt. Dennoch kann man einschätzen, wann man eher dazu geneigt ist, ein Auto für seinen Weg als Fortbewegungsmittel zu nehmen. Für die vorgenommene Analyse wurden folgende Szenarien als „Schlechtwetterlage“ angesehen:

- Temperatur:
 - Winter (Dezember, Januar, Februar) < -2 °C
 - Frühling (März, April, Mai) < 5 °C
 - Sommer (Juni, Juli, August) < 15 °C
 - Herbst (September, Oktober, November) < 5 °C
- Niederschlag pro Stunde: > 0,5 mm
- Windstärke: > 3 Bft

Diese Festlegungen orientieren sich an Angaben des Deutschen Wetterdienstes. Demnach sind oben angegebene Temperaturen für die jeweilige Jahreszeit „kalt“ (Winter, Frühling, Herbst) oder „sehr kühl“ (Sommer).⁴ Niederschläge von mehr als 0,5 mm kann man als mäßigen oder starken Niederschlag werten und Windstärken von 4 Bft oder mehr sind mäßige oder stärkere Winde.⁵

Falls mindestens eine dieser Bedingungen für die jeweilige Stunde im Untersuchungszeitraum zutraf (logisches UND/ODER), wurde die neue binäre Dummy-Variable „Schönwetter“ auf „0“ gesetzt. Anschließend wurden die Buchungen pro Stunde kumuliert und mit der Dummy-Variable „Schönwetter“ verknüpft. Die Anzahl der Buchungen wurde im Folgenden nach Stunden und Monaten unterschieden aufaddiert und mit der Anzahl der Schönwettertage (pro Monat und pro Stunde) normiert. Es wurde dabei nur der Zeitraum zwischen 6 und 24 Uhr betrachtet. In der einen Spalte ist somit die Verteilung der Buchungszahlen über den Tag zu „Schönwetterstunden“, in der anderen die Verteilung zu „Schlechtwetterstunden“ aufgelistet. Als sinnvoll erwies sich eine Unterscheidung nach Stunden (vgl. Tab. 2).

Mittels des gepaarten zweiseitigen t-Tests lässt sich testen, ob diese Verteilungen abhängig voneinander sind oder sich signifikant unterscheiden. Die p-Werte der Tests sind in Tabelle 2 rechts aufgelistet. Es ist ersichtlich, dass zwischen 18 und 19.59 Uhr die p-Werte beim t-Test mit 0,05 bzw. 0,06 sehr gering sind. Damit liegt die Wahrscheinlichkeit, dass es zu diesen Tageszeiten bei schlechtem Wetter mehr Buchungen gibt als an Tagen mit schöner Wetterlage, bei je circa 95%.

⁴ Vgl. https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/begriffe/W/Wetterelementeformulierungen_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (12.07.2016).

⁵ Vgl. <http://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=100310&lv3=100390> (12.07.2016).

Tab. 2: T-Werte, Freiheitsgrade und p-Werte des t-Tests, Teststatistik: Buchungen an Schlechtwettertagen (normiert) – Buchungen an Schönwettertagen (normiert)

Uhrzeit	T	df	p-Wert
6h	1,189	9	0,265
7h	-0,777	9	0,457
8h	0,917	10	0,381
9h	0,602	9	0,562
10h	1,449	9	0,181
11h	-1,382	8	0,204
12h	0,895	7	0,4
13h	1,384	9	0,2
14h	0,623	7	0,553
15h	1,1	8	0,303
16h	1,054	9	0,319
17h	-0,929	8	0,38
18h	2,312	8	0,05
19h	2,148	9	0,06
20h	1,135	7	0,294
21h	0,555	8	0,594
22h	1,053	9	0,32
23h	0,557	9	0,591

Quelle: Müller/Bogenberger/Schmöller (2015: 78)

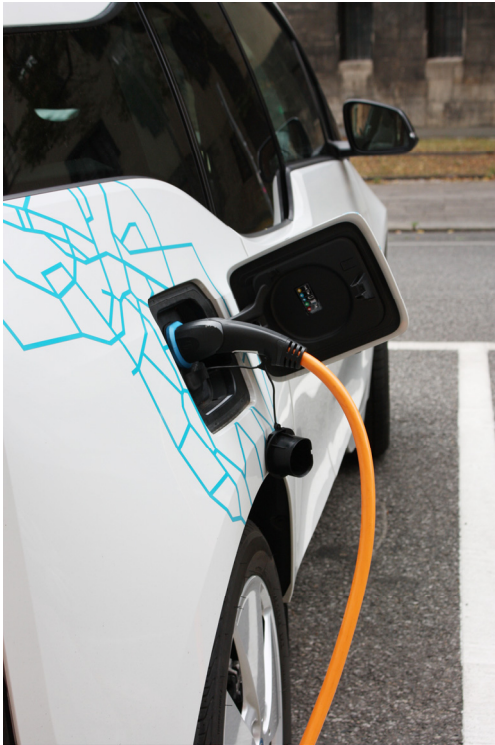
Eine Erklärung dieses Ergebnisses ist, dass während des Berufsverkehrs unternommene Fahrten unternommen werden, egal welche Wetterlage vorherrscht. Nach Feierabend jedoch ist man bei schlechtem Wetter eher dazu bereit, den zu unternehmenden Weg mit dem Auto zurückzulegen.

4 Elektrofahrzeuge im Carsharing

In den letzten Jahren wurden zunehmend Elektrofahrzeuge in die Carsharing-Flotten integriert oder sogar rein elektrisch betriebene Carsharing-Systeme aufgebaut. Kunden des Systems Flinkster der Deutschen Bahn AG haben Zugang zu über 100 Elektrofahrzeugen. Auch andere Firmen bieten bereits Elektrofahrzeuge an. Außerdem stellt beispielsweise in Berlin das rein elektrische Carsharing-Konzept „Citroën Multicity“ 350 Fahrzeuge mit Elektroantrieb für Kunden bereit. Abbildung 8 zeigt exemplarisch ein Elektrofahrzeug eines Carsharing-Systems beim Laden.

Vor dem Hintergrund des ambitionierten Ziels der deutschen Bundesregierung von einer Million zugelassener Elektrofahrzeuge bis 2020, bieten Carsharing-Systeme eine gute Werbeplattform für dieses innovative umweltschonende Antriebskonzept. Die neuesten E-Fahrzeugmodelle sind im Rahmen der Carsharing-Nutzung im Stadtbild sichtbar. Elektromobilität kann im Carsharing ausprobiert und erlebt werden. Somit können Kundenhemmnisse wie beispielsweise die sogenannte Reichweitenangst abgebaut werden. Aufgrund der geringen Distanzen und Fahrdauern im Free-Floating-Carsharing eignen sich Elektrofahrzeuge vor allem für diese Konzepte.

Abb. 8: Elektrofahrzeug eines Carsharing-Systems beim Laden



Quelle: Felix Nowack

Die meisten Elektrofahrzeuge besitzen nach heutigem Stand der Technik „nur“ Gesamtreichweiten von rund 150 km. Der Betreiber des Carsharing-Systems muss diese Fahrzeuge somit viel stärker als herkömmliche Fahrzeuge „monitoren“ und auch immer wieder gezielt ins System eingreifen, um die Fahrzeuge aufzuladen. Der psychologische Effekt der sogenannten Reichweitenangst bei Elektrofahrzeugen verstärkt diesen Effekt noch, der Carsharing-Anbieter muss dem Kunden quasi immer ein vollgeladenes Fahrzeug zur Verfügung stellen. Die Integration von Elektrofahrzeugen in Carsharing-Flotten ist also mit zusätzlichem logistischem Aufwand verbunden. Dieser fällt bei stationsgebundenen Systemen geringer aus, da jedem E-Fahrzeug eine bestimmte Station mit Ladesäule zugeordnet werden kann. Durch die Rundfahrten und somit die Rückkehr des Fahrzeugs zur Ausgangsstation ist eine rechtzeitige Wiederaufladung des Fahrzeugs nach jeder Nutzung gewährleistet. Anders ist dies bei Free-Floating-Carsharing-Systemen, die Ein-Weg-Fahrten zu beliebigen Parkplätzen im Geschäftsgebiet erlauben. Elektrofahrzeuge landen nach der Nutzung nicht automatisch wieder an einer Ladesäule. Sie müssen spätestens nach Erreichen eines kritischen Ladestands entweder durch den Kunden (mittels Anreiz- oder Bonussystem) oder den Betreiber an eine Ladestation (dezentral oder zentral) im Geschäftsgebiet gebracht werden. Bezüglich des Betriebs und der Nutzung von Elektrofahrzeugen im Free-Floating-Carsharing stellen sich somit wichtige Fragen, wie:

1. Sind im Geschäftsgebiet genügend Ladesäulen für eine dezentrale Ladestrategie vorhanden oder muss zentral (z. B. in einem Parkhaus oder Depot) geladen werden?
2. Ab welchem Ladestatus greife ich in den Betrieb ein und veranlasse eine Aufladung der E-Fahrzeuge?
3. In welcher Form wird ein solcher Eingriff vorgenommen?

4. Welche Steuerungs- und Reallokationsstrategien können zur optimalen Aufladung und anschließender (Wieder-)Verteilung der Elektrofahrzeuge im Geschäftsgebiet beitragen?

Während die Frage der Reallokation – wenn auch nicht gezielt für Elektrofahrzeuge – z. B. in Weikl/Bogenberger (2013) oder Jorge/De Correia/Barnhart (2013) schon gut untersucht wurde, gibt es für die anderen Fragen noch keine tiefergehenden Untersuchungen, sodass Betreiber bzw. deren Flottenmanager diese meist situationsanhängig „aus dem Bauch heraus“ beantworten müssen.

Unabhängig vom logistischen Aufwand für E-Fahrzeuge werden Fahrzeuge im Free-Floating-Carsharing permanent umgesetzt und landen so zwangsläufig auch in Stadtteilen geringerer Nachfrage, während sie in Gebieten hoher Nachfrage benötigt werden. Aus Kundensicht sind ein optimales Angebot für die individuelle Mobilität und ein möglichst hoher Versorgungsgrad zu schaffen. Das Prinzip der „Mobilität auf Knopfdruck“ ist aufgrund von Angebotsengpässen noch nicht immer zuverlässig gewährleistet. Es sollte also entweder bei der Notwendigkeit der Aufladung von E-Fahrzeugen und/oder bei Vorhandensein eines Ungleichgewichts zwischen Angebot und Nachfrage eine Auflade- und/oder Reallokationsstrategie angewandt werden.

5 Fazit

Den noch relativ „jungen“ Anbietern von Free-Floating-Carsharing ist es gelungen, neue Kundengruppen zu erschließen. Junge, männliche Kunden im Alter zwischen 25 und 40 Jahren mit überdurchschnittlichem Einkommen und Hochschulabschluss greifen besonders gerne auf diese Angebote in Großstädten zurück und nutzen die Fahrzeuge für sogenannte Ein-Weg-Fahrten. Gebucht wird quasi ausschließlich über Internet bzw. Mobiltelefon-Applikationen. Dementsprechend bilden sich Nutzungsschwerpunkte in Wohnvierteln dieser Bevölkerungsgruppe aus bzw. in Quartieren, die von diesen gerne besucht werden. Ein Beispiel hierfür sind die typischen Ausgehviertel der Großstädte.

Interessant ist auch das zeitliche Nutzungsverhalten, gerade an Wochenenden und in den späteren Abendstunden sind Zeiträume hoher Nutzung zu beobachten. Die Kunden nutzen das System also zu Zeiten, in denen der ÖPNV meist sein Angebot bereits ausgedünnt hat. Free-Floating-Carsharing-Systeme werden bisher ausschließlich in größeren Städten angeboten und es ist aufgrund des Konzepts und des Geschäftsmodells auch nicht davon auszugehen, dass diese Systeme in kleineren Städten und in ländlichen Räumen wirtschaftlich betrieben werden können.

Aus den typischen räumlichen Grunddaten bzw. soziodemografischen Daten lassen sich somit bereits a priori, also vor Inbetriebnahme, Nutzungsschwerpunkte und Nutzungszeiträume prognostizieren. Kommunen könnten dies in Zukunft nutzen, um moderne Carsharing-Systeme als Ergänzung zum ÖPNV-Angebot zu etablieren und anzubieten. Es ist außerdem vorstellbar, dass Kommunen „mit ÖPNV unterversorgte“ Gebiete durch ein derartiges Sharing-Modell „erschließen“ lassen.

Literatur

- Baum, H.; Heinicke, B.; Mennecke, C. (2012): Carsharing als alternative Nutzungsform für Elektromobilität. In: Zeitschrift für Verkehrswissenschaft 83 (2), 63-109.
- Chen, T.D.; Kockelman, K.M. (2015): Carsharing's Life-Cycle Impacts on Energy Use and Greenhouse Gas Emissions.
http://www.caee.utexas.edu/prof/kockelman/public_html/TRB15carsharingLCA.pdf
 (12.07.2016).
- Graf, A. (2013): Car2Go und die Zukunft des Carsharings.
<http://www.kassenzone.de/2013/08/31/car2go-die-zukunft-des-carsharings/> (12.07.2016).
- Harding, J. (2013): Aktuelle Entwicklungen im Bereich Carsharing – Fluch oder Segen für Verkehrsbetriebe? In: Straßenverkehrstechnik 57 (4), 222-227.
- Infas – Institut für angewandte Sozialforschung; DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (2008): Mobilität in Deutschland 2008. Ergebnisbericht. Bonn, Berlin.
- Jorge, D.; De Correia, G.H.A.; Barnhart, C. (2013): Comparing optimal relocation operations with simulated relocation policies in one-way carsharing systems. In: TRB 2013 Annual Meeting.
<http://amonline.trb.org/trb-59976-2013a-1.2504412/t13026-1.2514565/818-1.2512252/13-4559-1.2514566/13-4559-1.2514569?qr=1> (12.07.2016).
- Landeshauptstadt München, Kreisverwaltungsreferat; Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin (2015): WiMobil: Carsharing und Elektromobilität – ein Praxisleitfaden für Kommunen. München, Berlin.
- Loose, W.; Mohr, M.; Nobis, C.; Holm, B.; Bake, D. (2004): Bestandsaufnahme und Möglichkeiten der Weiterentwicklung von Car-Sharing. Bremerhaven. = Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen 114.
- Maertins, C. (2006): Die intermodalen Dienste der Bahn: Mehr Mobilität und weniger Verkehr? Wirkungen und Potenziale neuer Verkehrsdienstleistungen. Berlin. = WZB discussion paper SP III 2006-101.
- Magg, C.; Oppolzer, L.; Roth, C. (2014): Shared Mobility – Potenziale und Grenzen neuer Carsharing-Systeme. Köln, 638-654. = Tagungsbericht Heureka 14.
- Martin, E.W.; Shaheen, S.A. (2011): Greenhouse Gas Emission Impacts of Carsharing in North America. In: Transactions on Intelligent Transportation Systems 12 (4), 1074-1086.
- Martin, E.; Shaheen, S.A.; Lidicker, J. (2010): Impact of Carsharing on Household Vehicle Holdings. In: Transportation Research Record 2143, 150-158.
- Müller, J.; Bogenberger, K.; Schmöller, S. (2015): Empirische Datenanalyse von Free Floating Car Sharing-Systemen. In: Straßenverkehrstechnik 79 (2), 75-80.
- Müller, J.; Schmöller, S.; Giesel, F. (2015): Identifying Users and Use of (Electric-) Free-Floating Carsharing in Berlin and Munich. In: IEEE Conference Publications, 18th IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2015). Las Palmas, 2568-2573.
- Schmöller, S.; Bogenberger, K. (2014): Analyzing External Factors on the Spatial and Temporal Demand of Car Sharing Systems. In: Procedia – Social and Behavioral Sciences 111 (2), 8-17.
- Schmöller, S.; Weikl, S.; Müller, J.; Bogenberger, K. (2014): Empirical Data analysis of Free-Floating Carsharing Systems. In: TRB 2014 Annual Meeting.
<http://amonline.trb.org/trb-59976-2014-1.2467145/t-1117-1.2486166/632-1.2477118/14-4410-1.2486348/14-4410-1.2486351?qr=1> (12.07.2016).
- Schwieger, B. (2011): Second Generation Car-Sharing: Developing a new mobility services target groups and service characteristics. Saarbrücken.
- Weikl, S.; Bogenberger, K. (2013): Relocation strategies and Algorithms for Free-Floating Car Sharing Systems. In: Intelligent Transportation Systems Magazine 5 (4), 100-111.
- Wilke, G. (2007): Zukunft des Car-Sharing in Deutschland: Schlussbericht. Wuppertal.

Autoren

Univ.-Prof. Dr.-Ing. **Klaus Bogenberger** (*1971) hat an der TU München Bauingenieurwesen studiert. Nach dem Studium promovierte er über „Adaptive Fuzzy Systeme zur Zuflusssdosierung“, ebenfalls an der TU München. Die Veröffentlichung und der Vortrag zu diesem Thema wurden mit dem Heureka-Preis 2002 ausgezeichnet. Seine berufliche Karriere begann 2001 bei der BMW AG, dort war er insgesamt fünf Jahre im Bereich „Wissenschaft und Verkehr“ tätig. Dabei leitete er F+E Projekte, wie z.B. INVENT und AKTIV und beschäftigte sich inhaltlich mit Themen wie Verkehrsinformationen, Navigation und Fahrerassistenz. Anschließend wechselte er in den Bereich des „BMW-Qualitätsmanagements“ und war dort zuständig für Produktqualität und Produkthaltungsfragen im Bereich Dieselmotoren, Getriebe und Infotainmentsysteme. Von 2008 bis 2012 war er geschäftsführender Gesellschafter bei der TRANSVER GmbH. Seit 01.01.2012 leitet Klaus Bogenberger die Professur „Verkehrstechnik“ am Institut für Verkehrswesen und Raumplanung der Universität der Bundeswehr München. Dort forscht er unter anderem zu den Themen Carsharing, Bikesharing und Elektromobilität.

Dipl.-Math. **Simone Weigl** (*1987) hat an der TU München Diplom-Mathematik mit den Nebenfächern Wirtschaft und Informatik studiert. In ihrer abschließenden Diplomarbeit beschäftigte sie sich schwerpunktmäßig mit mathematischen Optimierungsmethoden. Seit 01.01.2012 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin der Universität der Bundeswehr München am Institut für Verkehrswesen und Raumplanung. Dort forscht sie zum Thema Reallokation von Fahrzeugen in Free-Floating-Carsharing-Systemen.

Dipl.-Math. **Stefan Schmöller** (*1987) hat an der TU München Diplom-Mathematik mit den Nebenfächern Wirtschaft und Informatik studiert. In seiner abschließenden Diplomarbeit beschäftigte er sich schwerpunktmäßig mit heuristischen Lösungsverfahren für mathematische Optimierungsprobleme. Seit 01.11.2012 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter der Universität der Bundeswehr München am Institut für Verkehrswesen und Raumplanung. Dort forscht er zum Thema Nutzung und Umweltwirkung von Fahrzeugen in Free-Floating-Carsharing-Systemen.

Dipl.-Math. **Johannes Müller** (*1986) hat an der Ludwig-Maximilians-Universität München Diplom-Mathematik mit dem Nebenfach Angewandte Statistik studiert. In seiner Diplomarbeit beschäftigte er sich mit der theoretischen Darstellung und der praktischen Anwendung von Zero-Knowledge-Beweisen. Seit dem 01.11.2012 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter der Universität der Bundeswehr München am Institut für Verkehrswesen und Raumplanung. Sein Forschungsschwerpunkt ist die Analyse von Buchungsdaten von Free-Floating- und stationsbasierten Carsharing-Systemen. In seinem aktuellen Projekt modelliert er Buchungsdaten mithilfe von Zeitreihen und untersucht externe Einflüsse auf Carsharing-Nutzungen.

Hans-Martin Zademach, Annika-Kathrin Musch

Sharing is Caring?

Fahrradverleihsysteme im Kontext nachhaltiger Regionalentwicklung: Entwicklungen, Potenziale, Grenzen

Gliederung

- 1 Einleitung
- 2 Aktueller Entwicklungsstand von Fahrradverleihsystemen
 - 2.1 Betreibermodelle und Finanzierungsmöglichkeiten
 - 2.2 Rechtliche Rahmenbedingungen in Deutschland
 - 2.3 Probleme und Limitationen
- 3 Sharing is Caring?
 - 3.1 Fahrradverleihsysteme diskutiert aus der Perspektive der Nachhaltigkeit
 - 3.1.1 Nachhaltige Verkehrs- und Regionalentwicklung
 - 3.1.2 Potenziale und Grenzen
 - 3.2 Fahrradverleihsysteme im Licht der Sharing Economy
 - 3.2.1 Teilen und Verleihen als alternative Konsumformen
 - 3.2.2 Kritische Anmerkungen und Synthese
- 4 Fahrradverleihsysteme als nachhaltige Mobilitätsform für kleinere Kommunen?
 - 4.1 Beispiele der Umsetzung
 - 4.2 Bewertungen und Chancen
- 5 Schlussbetrachtung

Literatur

Kurzfassung

Der Beitrag gibt einen Überblick über die Entwicklung von öffentlichen Fahrradverleihsystemen – eine Form des Fahrradverleihs, bei dem Fahrräder für die gesamte Öffentlichkeit oder eine bestimmte Gruppe von Nutzern entgeltlich oder auch unentgeltlich im öffentlichen Raum zur Verfügung stehen – und diskutiert die Potenziale und Grenzen dieser relativ jungen Form urbaner Mobilität aus Perspektive des Leitbilds der Nachhaltigkeit. Dazu werden zunächst die unterschiedlichen Modelle und Organisationsformen samt Finanzierung dieser Systeme vorgestellt und die Erfahrungen zu möglichen Problemen sowie Lösungen dieser Probleme zusammengetragen. Ein besonderer Schwerpunkt des Beitrags liegt darin, Fahrradverleihsysteme in den Kontext allgemeinerer gesellschaftli-

cher Entwicklungen einzuordnen. Ferner wird aufgezeigt, in welchem Ausmaß Fahrradverleihsysteme eine mögliche Ergänzung der Mobilitätssysteme in ländlichen Gebieten und kleineren Gemeinden darstellen.

Schlüsselwörter

Fahrradverleihsysteme – Regionalentwicklung – nachhaltige Mobilität – alternativer Konsum – Sharing Economy

Sharing is Caring? Bicycle Sharing Systems in the Context of Sustainable Regional Development: State of Affairs, Potentials, Limitations

Abstract

The contribution offers an overview of the evolution of bicycle-sharing systems, a rather recent, environmentally-friendly form of urban mobility that has spread worldwide over recent decades. The potentials and limitations of these systems for sustainable regional development are discussed. To begin with, the article introduces various modes of organisation and reflects on a range of technical and organisational barriers to implementation and their solutions. Bicycle-sharing systems are then discussed in light of broader societal changes. The final part of the paper explores the extent to which bicycle-sharing systems are a suitable option for rural areas and smaller municipalities.

Keywords

Bicycle sharing systems – regional development – sustainable transport/mobility – alternative consumption – sharing economy

1 Einleitung

Infrastrukturausstattung wird nach wie vor als regionaler Wettbewerbsfaktor betrachtet. Dabei liegt der Fokus auf Infrastrukturförderung, die den motorisierten Individualverkehr begünstigt (z.B. Perschon 2012). Dieses „moderne Paradigma der individuellen Mobilität“ (Dangschat/Segert 2011: 56) hat in vielen Teilen der Welt unter anderem zu autofreundlicher Stadt- und Landesplanung und einem hohen Anteil des Automobilverkehrs am Modal Split geführt. So dominiert laut der jüngst verfügbaren Erhebung zur Mobilität in Deutschland auch in der Bundesrepublik mit weitem Abstand das Auto mit einem Anteil von 58 % an allen Wegen. Luft- und Lärmverschmutzung, Staus und Zersiedelung sind nur einige negative Folgen. Fahrräder, als „Null-Emissionen“-Fahrzeuge, stellen eine umweltfreundliche, alternative Fortbewegungsmöglichkeit dar, haben jedoch nur einen Verkehrsmittelanteil von 10 % (Follmer/Gruschwitz/Jesske et al. 2010: 25). Mit der Einführung der großen öffentlichen Fahrradverleihsysteme Vélib in Paris und Bicing in Barcelona ist das weltweite Interesse an dieser Form der Mobilität stark gestiegen. Es wurden 20.000 Fahrräder integriert und der Anteil des Fahrradverkehrs ist in beiden Städten gestiegen (ITDP 2013: 14). Mittlerweile existieren weltweit mehr als 500 Fahrradverleihsysteme (ECF 2014). Von besonderem Interesse ist die Einbindung der Fahrradverleihsysteme in den öffentlichen Verkehr als multimodale, flexible und spontane Mobilitätsorganisation, die Pendlerströme verteilt und Straßen entlastet.

Durch die Relevanz für Stadt-, Regional- und Mobilitätsplanung sind Fahrradverleihsysteme zunehmend Gegenstand von wissenschaftlichen Forschungsarbeiten. Der Großteil der vorliegenden Studien aus dem deutschsprachigen Raum (z.B. Handrick 2009;

Puhe/Wieskotten 2009; von Sassen 2009; Heimann 2010; Reimann 2010; Zientek 2010) beschreibt dabei existierende Systeme im Hinblick auf technische und organisatorische Hindernisse aus Sicht von Betreibern und Städten. Die Ausschreibung des bundesweiten Modellversuchs „Innovative öffentliche Fahrradverleihsysteme – Neue Mobilität in Städten“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMBVS 2009) erhöhte die Anzahl der Publikationen in Bezug auf kommunale Planung und Umsetzung. Borchering/Hartwig/Karl (2010), Monheim/Muschwitz/Reimann et al. (2011), Monheim/Muschwitz/Reimann et al. (2012) und Bracher/Hertel/Böhler-Baedeker et al. (2012) bewerten die Umsetzung von lokalen Fahrradverleihsystemen der teilnehmenden Städte und Regionen im Rahmen des Wettbewerbs. Reutter/Koska/Bierwirth et al. (2009), Heckmann (2011) sowie Berberich (2011) haben einzelne Fallbeispiele im Detail analysiert. Auch Institutionen wie der ADAC (Adunka 2012: 9) oder das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS 2010; BMVBS 2012) und privatwirtschaftliche Unternehmen, etwa die „DB Rent GmbH“ (Knie 2009) oder „Capital Bikeshare“ (Capital Bikeshare 2013), tragen – schwerpunktmäßig mit umsetzungsorientierten SWOT-Analysen – zur wachsenden Literatur zu Fahrradverleihsystemen bei. In der internationalen Forschungslandschaft liefern u. a. DeMaio/Gifford (2004), Midgley (2009; 2011) und Shaheen/Guzman/Zhang (2010) auch theoretisch tiefergehende Auseinandersetzungen mit Fahrradverleihsystemen in Europa und den Vereinigten Staaten. Seit 2011 liegt auch ein detailliertes Handbuch zur Einführung und Optimierung von Fahrradverleihsystemen in Europa vor, herausgegeben von der Projektgruppe OBIS (Optimising Bike Sharing in European Cities). Alles in allem wird in dieser Literatur vor allem deutlich, dass jedes neue Fahrradverleihsystem immer noch ein lokales Experiment darstellt und keine einheitliche Erfolgsformel zur Umsetzung besteht (vgl. auch Monheim/Muschwitz/Reimann et al. 2012: 86).

Die dynamischen Entwicklungen im Bereich von Fahrradverleihsystemen lassen sich jedoch noch aus einem breiteren Blickwinkel als der reinen Umsetzungsperspektive betrachten. So steht die Organisation des Transportsektors zum einen unstrittig vor großen Herausforderungen im Hinblick auf den Schutz und Erhalt unserer natürlichen Umwelt. Zum anderen beeinflussen soziale Aspekte, etwa global gesehen zunehmend ungleiche Lebensbedingungen sowie demografische Veränderungen, die zukünftige Verkehrsplanung (Mäding 2011: 30). Hinzu kommt eine vor allem seit der globalen Finanz- und Wirtschaftskrise ab 2008/2009 auch allgemein vermehrt geäußerte Unzufriedenheit mit dem kapitalistischen Wirtschaftssystem an sich und die Suche nach „alternativen“ Formen sozioökonomischen Austauschs; Stichworte sind hier Wachstumsrücknahme (Degrowth) bzw. Postwachstums-, Gemeinwohl- und Solidarische Gesellschaft sowie die Ökonomie des Teilens (Sharing Economy). „Teilen“ kann dabei als alternative Konsumpraxis innerhalb stärker nachhaltig orientierter Lebensstile verstanden werden (für einen Überblick vgl. Zademach/Hillebrand 2013).

Vor diesem Hintergrund diskutiert der vorliegende Beitrag Fahrradverleihsysteme aus dem Blick einer kritischen sozialwissenschaftlichen Perspektive und nutzt einen integrativen geographischen Ansatz mit Fokus auf nachhaltiger Mobilitätsplanung und alternativer Wirtschaftsorganisation. Fahrradverleihsysteme werden im Kontext einer nachhaltigen regionalen Entwicklung evaluiert, um Potenziale und Limitationen für Regionen, Städte und Kommunen darzustellen. „Geteilte Mobilität“ wird im Kontext einer sich wandelnden Gesellschaft verstanden, in der Lebensstile und Routinen reflektiert werden. Diese Veränderungen beeinflussen die zukünftige Mobilitätsplanung.

2 Aktueller Entwicklungsstand von Fahrradverleihsystemen

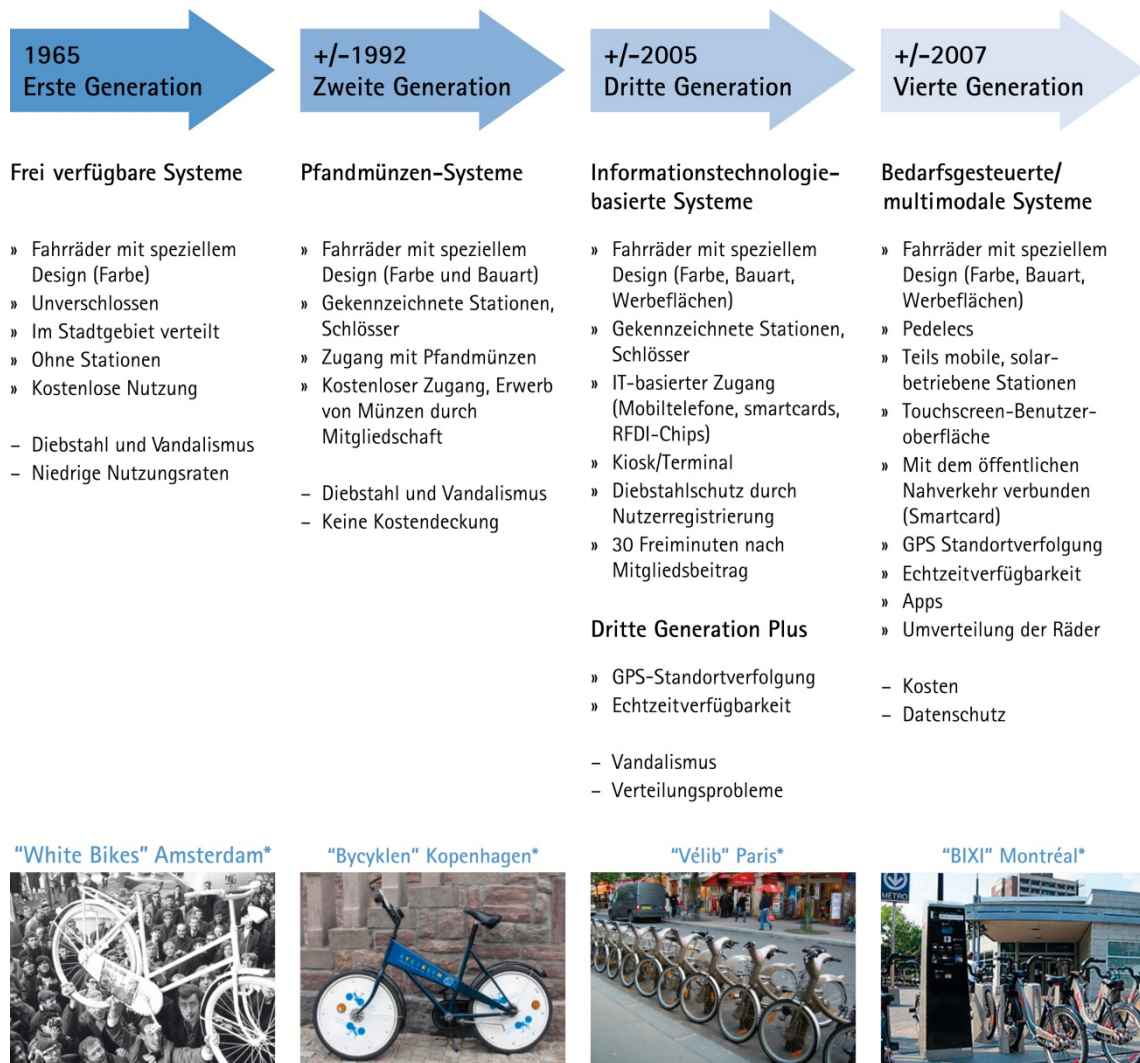
Eine einheitliche Definition von Fahrradverleihsystemen existiert innerhalb der Literatur noch nicht. Midgley (2011: 1) bezeichnet Fahrradverleihsysteme als „[...] urbane Fahrradverleihsysteme, die eine kurzzeitige Nutzung und flexible Ausleihe und Rückgabe von Fahrrädern durch Selbstbedienung an öffentlichen Stationen erlauben, was eine Nutzung für Punkt-zu-Punkt-Verkehr begünstigt“ (eigene Übersetzung). Als gemeinsame Charakteristiken von Fahrradverleihsystemen werden in der Literatur die gewöhnlich kurze und spontane Nutzung für kurze Distanzen, die Verfügbarkeit für alle Nutzergruppen im öffentlichen Raum, halb- oder vollautomatisierte Ausleihfunktionen und Nutzerregistrierung sowie die Netzwerkorganisation der Stationen und das einheitliche Design des Systems identifiziert (Büttner 2010: 3; Berberich 2011: 8). Diese Merkmale treffen vor allem auf die modernen Fahrradverleihsysteme wie Vélib in Paris zu.

Das erste öffentliche Fahrradverleihsystem wurde bereits 1965 in Amsterdam eingeführt. Normale Fahrräder wurden weiß lackiert und von der Stadt für die öffentliche Nutzung, ohne vorherige Registrierung, bereitgestellt (vgl. Abb. 1). Durch Diebstahl und Vandalismus kollabierte das System binnen weniger Tage (DeMaio 2009). Auch andere frei verfügbare Fahrradverleihsysteme dieser ersten Generation der „kommunalen Billig-Fahrräder zur Selbstbedienung“ (Monheim/Muschwitz/Reimann et al. 2012: 17) in La Rochelle (1976) oder Cambridge (1993) scheiterten aufgrund hoher Diebstahlraten (Midgley 2011: 3). Die „Pfand-Münzen-Systeme“ (Shaheen/Guzman/Zhang 2010: 2) der zweiten Generation in Dänemark, die von einer Non-Profit-Organisation zur Verfügung gestellt wurden, nutzten Fahrradschlösser und schwere Fahrräder zur Diebstahlbekämpfung. Durch fehlende Nutzerregistrierung blieb die Diebstahlquote dennoch hoch (DeMaio 2009). Erst die sogenannten Informationstechnologie-basierten Systeme der dritten Generation führten automatische Fahrradschlösser, Chipkarten, GPS-basierte Informationen zur Fahrradverfügbarkeit und die Verbindung mit webbasierten Applikationen ein. Eine persönliche Registrierung durch Kreditkartendetails oder Online-Nutzerdaten ist bei allen Systemen dieser Generation erforderlich (OBIS 2011: 23).

Neueste bedarfsgesteuerte oder multimodale Systeme einer vierten Generation binden flexible, solarbetriebene Stationen, Pedelects und Echtzeitinformationen für mobile Endgeräte ein. In Montreal können die Stationen des Fahrradverleihsystems „BIXI“ bei Veranstaltungen innerhalb von 20 Minuten zu „Mega“-Stationen verbunden werden (Midgley 2011: 9). Die Einführung dieser Hightechsysteme bedarf eines großen finanziellen Aufwandes, weshalb die meisten Systeme der dritten und vierten Generation durch Public-private-Partnerships finanziert sind. Laut Mlasowsky/Perpelea/Contadini et al. (2008: 43) stimuliert besonders der Markteintritt von Unternehmen für Außenwerbung und Stadtmöbel, wie beispielsweise JCDecaux oder ClearChannel, die Verbreitung von großen Fahrradverleihsystemen. Diese Unternehmen stellen öffentliche Fahrradverleihsysteme für Städte wie Paris oder Barcelona im Gegenzug für Werbeflächen und -rechte zur Verfügung.

Fahrradverleihsysteme haben besonders in südeuropäischen Ländern eine große Popularität erlangt, die Entwicklungen in Deutschland waren vergleichsweise zögerlich. Erst 2009 finanzierte das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung die acht Gewinner des Wettbewerbs „Innovative öffentliche Fahrradverleihsysteme“ mit 12 Millionen Euro. Ausgewählt wurden besonders innovative Ansätze, die lokale Besonderheiten in Städten und Regionen berücksichtigen und den öffentlichen Verkehr flexibel mit Fahrradverleihsystemen verbinden (BMVBS 2010: 4; Reutter/Koska/Bierwirth et al. 2009: 14 f.; Borchering/Hartwig/Karl 2010: 5).

Abb. 1: Fahrradverleihsysteme im Wandel der Zeit



Quelle: Eigene Darstellung nach Beroud (2010: 3); Shaheen/Guzman/Zhang (2010: 8); Midgley (2011: 4); Fotos: Tejvan (2011); Hoj (2011); Heiner (2014); Tourisme Montréal (2014)

Gegner von Fahrradverleihsystemen argumentieren, dass durch den hohen privaten Fahrradbesitz in Deutschland mit 0,8 Fahrrädern pro Person öffentliche Systeme überflüssig seien (OBIS 2011: 14). Bemerkenswert ist, dass in „traditionellen“ Fahrradländern wie den Niederlanden oder Dänemark sowohl die Quote des privaten Fahrradbesitzes als auch die Nutzungsraten von Fahrradverleihsystemen, als multimodale Mobilitätsoption, hoch sind (Monheim/Muschwitz/Reimann et al. 2012: 23). Eine generelle fahrradfreundliche Umgebung, politische und öffentliche Unterstützung und die Kooperation aller beteiligten Akteure seit mehreren Jahren sowie eine breite Akzeptanz des Fahrrads in der Bevölkerung können hier als entscheidende Faktoren genannt werden (Martens 2007: 336). Die zunehmende Integration von elektrischen Fahrrädern und die multimodale Kombination mit öffentlichem Verkehr, wie in Kopenhagen praktiziert, ist ein wesentlicher Schritt zur Attraktivitätssteigerung von Fahrradverleihsystemen und wird von Midgley (2011: 4) als ultimatives Ziel bezeichnet.

Weltweit liegt die Zahl der Fahrradverleihsysteme inzwischen bei über 500 (Larsen 2013). Gemessen an der Summe der eingesetzten Fahrräder werden vor allem in China große Systeme mit bis zu 90.000 Rädern betrieben. Gerade die Systeme in China gelten als besonders erfolgreich. Zweckmäßige Einbindungen in den öffentlichen Verkehr und günstige Tarife führen hier regelmäßig zu hohen Nutzungsraten bei gleichzeitig niedrigen Diebstahlquoten (Shaheen/Guzman/Zhang 2010: 10 f.).

2.1 Betreibermodelle und Finanzierungsmöglichkeiten

Obwohl jedes Fahrradverleihsystem lokale Besonderheiten aufweist, können verallgemeinert fünf Betreibermodelle und zwei Finanzierungsmodelle identifiziert werden (vgl. Tab. 1; vgl. auch OBIS 2011: 58). Laut Midgley (2011: 14) werden 48 % der Fahrradverleihsysteme in Public-private-Partnerships organisiert. Das beinhaltet die finanzielle Beteiligung des privaten Partners und repräsentiert somit das erste Finanzierungsmodell. Die Zusammenarbeit mit Außenwerbungsfirmen scheint kosteneffektiv für die Städte zu sein, da zunächst keine oder wenig öffentliche Gelder verwendet werden müssen. DeMaio (2009: 47 f.) kritisiert jedoch Profitorientierung und Eigeninteresse der Unternehmen. So nutze etwa JCDecaux in Paris das Medieninteresse, um mehr Geld und Werbefläche von Paris gewinnen zu können. Durch die Kombination der Verträge von Werbung und Fahrradverleihsystemen verliert die Stadt Werbefläche für andere Anbieter – die Finanzierung der Fahrradverleihsysteme erfolgt über verlorene Werbeerträge (OBIS 2011: 58). In Deutschland betreibt aufgrund rechtlicher Regulierungen bezüglich Kombinationsverträgen bis dato keine Außenwerbungsfirma ein Fahrradverleihsystem (Mlasowsky/Perpelea/Contadini et al. 2008: 49).

Auch das „Santander Cycle“-System in London wird durch eine Public-private-Partnership, bestehend aus vier Partnern, geführt. Während der Verkehrsbetrieb „Transport for London“ als Betreiber auftritt, wird das System von der Santander Bank im Gegenzug für Werbefläche mit sieben Millionen Pfund pro Jahr bezuschusst (Topham 2015). „Serco“ als privates Unternehmen ist verantwortlich für die Infrastruktur, Hardware, Instandhaltung und Verteilung der Räder (Wood/Slingsby/Dykes 2011: 342). Darüber hinaus wird besonders das persönliche Engagement des ehemaligen Bürgermeisters Boris Johnson als Erfolgsfaktor für Londons Fahrradverleihsystem genannt (Rieckmann 2010). Das Fahrradverleihsystem in London wird derzeit mit 11.500 Rädern an über 700 Stationen betrieben, die im Mittel 300 bis 500 Meter voneinander entfernt liegen (Transport for London 2015). Das BMVBS (2010: 74) berechnete 31.950 nötige Einzelfahrten für alle Räder pro Tag beziehungsweise eine tägliche Nutzungsgebühr von 10,65 Pfund pro Fahrrad, um das System selbsttragend finanzieren zu können. Während der Olympischen Spiele 2012 in London wurden Rekordausleihzahlen von 47.105 pro Tag registriert, im Juli 2015 waren es vereinzelt bereits bis zu 73.000 Ausleihen pro Tag (Transport for London 2015). Trotz Kritik sowohl am ersten Sponsor Barclays Bank als auch am derzeitigen Sponsor Santander Bank wurde das System für innovatives Design und seinen positiven Einfluss auf das Verkehrsverhalten in London ausgezeichnet. Dieses Beispiel deutet an, dass Städte und Kommunen einen Mittelweg zwischen Sponsoring und eigener Verantwortung finden müssen.

30 % aller Fahrradverleihsysteme werden ausschließlich vom öffentlichen Sektor betrieben, was Städte, Kommunen oder öffentliche Verkehrsbetriebe einschließt (Midgley 2011: 14). Die Finanzierung der Fahrradverleihsysteme in diesem Modell erfolgt über öffentliche Gelder und Fördermittel. Verkehrsunternehmen wie die Deutsche Bahn AG, die das Fahrradverleihsystem „Call-a-Bike“ (Call a Bike 2014) mit 7.000 Fahrrädern in

ganz Deutschland betreibt,¹ werden als quasi-öffentliche Betreiber aufgefasst. Auf der einen Seite ermöglicht diese Organisationsform eine größere Kontrolle über das Programm, auf der anderen Seite erschweren Vorgaben einer nationalen Mobilitätsstrategie, rechtliche Bestimmungen sowie fehlende Erfahrungen und Finanzkraft die Einführung. Während Vélib in Paris von JCDecaux finanziert und mit 20.000 Fahrrädern betrieben wird, ist „Call-a-Bike“ vergleichsweise klein. Verfügbar ist das System als „Call-a-Bike fix“-Modell mit festen Stationen oder als „Call-a-Bike flex“-Modell mit im Stadtgebiet verteilten Fahrrädern. Gerade die flexible Version wird jedoch kritisiert (Beroud 2007: 2). Ein komplizierter Registrierungs- und Ausleihvorgang, zu wenig verfügbare Räder und zu geringe Nutzungsraten stellen die Attraktivität des Systems infrage. Stationsbasierte Fahrradverleihsysteme mit einer hohen Stationsdichte von wie im Fall von London oder Paris 300 bis 500 Metern Abstand werden als besonders erfolgreich bewertet (Reuter/Koska/Bierwirth et al. 2009: 77; Randelhoff 2013).

Etwa 7 % der Fahrradverleihsysteme werden von privaten Betreibern geführt. Ein solcher privater Betreiber ist etwa das Unternehmen Nextbike aus Leipzig, das den Service des Fahrradverleihs in mehr als 30 Städten weltweit für registrierte Nutzer zur Verfügung stellt. Die Finanzierung des Systems erfolgt durch die Leihgebühren der Nutzer und Werbeflächen auf den Fahrrädern, die von lokalen Partnern gebucht werden. Nextbike kann von Städten und Gemeinden als Franchisesystem beauftragt werden; das unten noch ausführlicher beschriebene Projekt „Metropolradruhr“ ist ein Beispiel für ein in dieser Form organisiertes Fahrradverleihsystem.

Auch privatwirtschaftliche Unternehmen können Betreiber wie DB Rent oder Nextbike beauftragen, um ein Fahrradverleihsystem für die Mitarbeiter des Unternehmens zur Verfügung zu stellen. Für dienstliche Fahrten zwischen verschiedenen Standorten oder auf einem weitläufigen Firmengelände soll die kostenlose Nutzung der Firmenräder eine umweltfreundliche und gesunde Fortbewegung der Mitarbeiter ermöglichen (Deutsche Bahn 2015). Private Fahrten, zum Beispiel tägliches Pendeln, werden separat abgerechnet. DB Rent betreibt derzeit Firmen-Fahrradverleihsysteme bei der Commerzbank in Frankfurt und bei BMW in München (DB Rent 2016). Auch die städtischen Mitarbeiter in Dortmund können seit 2012 das Fahrradverleihsystem „Metropolradruhr“, installiert von Nextbike, täglich für dienstliche Zwecke kostenfrei nutzen (Stadt Dortmund 2014).

Des Weiteren können gemeinnützige Vereine, Universitäten oder Hotels als spezielle Fahrradverleihsystem-Betreiber auftreten. Meistens handelt es sich dann um kleinere, d.h. lokal begrenzte und wenig automatisierte Systeme. Mitgliederbeiträge und öffentliche Fördermittel unterstützen beispielsweise den Verein „City Foundation of Copenhagen“, der das Fahrradverleihsystem „Bycyklen“ betreibt. Die Stadt Kopenhagen ist dadurch nicht allein haftbar für das System und übergibt die Verantwortung der Instandhaltung und Verwaltung.

Insgesamt betrachtet lässt sich mit DeMaio (2009) schließen, dass es im Moment kein ideales Betreibermodell gibt. Jedes Modell hat seine spezifische Nische, das genau in der lokalen Umgebung funktioniert, in der das Fahrradverleihsystem aktiv ist.

¹ Vgl. <https://www.callabike-interaktiv.de/index.php?id=89&&f=500> (13.07.2016).

Tab. 1: Häufigste Betreibermodelle der öffentlichen Fahrradverleihsysteme (FVS)

Betreiber	Betreibermodell	Einnahmequellen	Vorteile	Nachteile	Beispiele
Private Unternehmen (v. a. Agentur für Außenwerbung)	<ul style="list-style-type: none"> FVS für Städte als Service im Austausch für Stadtwerberechte 	<ul style="list-style-type: none"> Werbeeinnahmen Nutzungsgebühren der FVS 	<ul style="list-style-type: none"> Angebot und Instandhaltung wird vom privaten Sektor übernommen 	<ul style="list-style-type: none"> Verlust von Werbeeinnahmen für die Stadt von anderen Anbietern 	<ul style="list-style-type: none"> SmartBike (Washington) Vélib (Paris)
(Öffentliche) Verkehrsunternehmen	<ul style="list-style-type: none"> Angebot von FVS unter Anleitung der öffentlichen Hand, ÖPNV soll erweitert werden 	<ul style="list-style-type: none"> Staatliche Zuschüsse Nutzungsgebühren Vermietung von Werbefläche auf Rädern 	<ul style="list-style-type: none"> Anteilige Kontrolle durch öffentlichen Initiator 	<ul style="list-style-type: none"> Wettbewerb um staatliche Zuschüsse Schwierigkeiten, Leistungsstandards zu gewährleisten 	<ul style="list-style-type: none"> Hangzhou Public Bicycle (Hangzhou) Call-a-Bike (mehrere Städte in Deutschland) OV-fiets (Niederlande)
Regierung; Kommunalverwaltungen	<ul style="list-style-type: none"> (1) FVS wird direkt durch die Regierung eingeführt (2) Auftrag für FVS wird direkt durch Regierung an Betreiber vergeben 	<ul style="list-style-type: none"> Öffentliche Gelder Nutzungsgebühren Vermietung von Werbefläche auf Rädern 	<ul style="list-style-type: none"> Kontrolle durch öffentlichen Initiator während allen Phasen des Projekts 	<ul style="list-style-type: none"> Wettbewerb um staatliche Zuschüsse Alle Risiken verbleiben bei der Stadt/Gemeinde 	<ul style="list-style-type: none"> City Bikes (mehrere Städte in Dänemark) Shanghai Public Bicycle (Shanghai) Bicing (Barcelona)
Privatwirtschaftliche Unternehmen	<ul style="list-style-type: none"> (1) Bieten FVS eigenständig an (2) Können ausgeschriebenen Auftrag übernehmen 	<ul style="list-style-type: none"> Nutzungsgebühren Vermietung von Werbefläche auf Rädern 	<ul style="list-style-type: none"> Angebot und Instandhaltung wird vom privaten Sektor übernommen 	<ul style="list-style-type: none"> Risiko von negativen öffentlichen Reaktionen durch verstärkte Werbemaßnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> Nextbike (mehrere Städte/Regionen in Deutschland und weiteren Ländern)
Non-Profit-Organisationen	<ul style="list-style-type: none"> Stellen FVS bereit mit Unterstützung öffentlicher Behörden 	<ul style="list-style-type: none"> Nutzungsgebühren Bankkredite Lokale Finanzierungsquellen 	<ul style="list-style-type: none"> Stadt/Gemeinde wird entlastet, behält teilweise Kontrolle 	<ul style="list-style-type: none"> Begrenzte Finanzmittel Schwierigkeiten, Leistungsstandards zu gewährleisten 	<ul style="list-style-type: none"> Wuhan Public Bicycle (Wuhan) Bycyklen (Kopenhagen)

Quelle: Eigene Darstellung nach Shaheen/Guzman/Zhang (2010); Midgley (2011: 13, 16)

Zusätzlich zu den genannten öffentlichen und privatwirtschaftlichen Betreibern von Fahrradverleihsystemen stellt der „Peer-to-Peer (P2P)“-Fahrradverleih eine besondere Form dar. Bei diesen Systemen ermöglichen Onlineplattformen den Tausch und Verleih von privaten Rädern an registrierte Nutzer (Bauwens 2005). Ein Beispiel für eine solche Plattform ist das v. a. in den USA weitverbreitete System „Spinlister“. Zwischen registrierten Nutzern werden hier Fahrräder ab fünf bis zehn Dollar pro Tag vermittelt. Dafür fallen 17,5% Provision an, Spinlister übernimmt dafür die Versicherung im Falle von Vandalismus oder Diebstahl.

2.2 Rechtliche Rahmenbedingungen in Deutschland

Eine erfolgreiche Umsetzung von Fahrradverleihsystemen steht in einem ausdrücklichen Zusammenhang mit einer expliziten Fahrradpolitik der nationalen Regierungen und der Beteiligung von Verkehrsunternehmen, Kommunen und Behörden (vgl. z.B. Martens 2007). Mit Blick auf die spezielle Situation in Deutschland gilt es dabei zunächst, das EU-weit gültige Marktinterventionsgesetz zu beachten. Dieses Gesetz wird berührt, wenn eine staatliche Einrichtung einen externen Betreiber damit beauftragt, ein öffentliches Fahrradverleihsystem zu implementieren und dazu Fördergelder verwendet. Sollte die geplante Unterstützung nicht bei der EU-Kommission vermerkt werden, kann die Unterstützung eines privatwirtschaftlichen Unternehmens als Missbrauch öffentlicher Gelder gewertet werden. Besser als einen Betreiber direkt zu ernennen ist also immer, einen Auftrag zur Einführung eines Fahrradverleihsystems öffentlich auszuschreiben (BMVBS 2010: 14).

Der Betrieb von Fahrradverleihsystemen ist in Deutschland zusätzlich zu den EU-Vorschriften auch in den Landesbauordnungen geregelt, für stationsbasierte Systeme sind entsprechende Baugenehmigungen einzuholen. Fahrradverleihsysteme unterliegen einer besonderen Nutzungsgenehmigung der Straßenbauordnung, da öffentliche Räume für eine Sondernutzung geschlossen werden müssen (vgl. BMVBS 2010: 111). Darüber hinaus gilt es zu berücksichtigen, dass das nationale Personenbeförderungsgesetz nicht in Kraft tritt, selbst wenn Fahrradverleihsysteme in den öffentlichen Verkehr integriert werden. Der Betreiber ist dafür verantwortlich, die Vorschriften und Pflichten zu erfüllen und die öffentliche Sicherheit zu gewährleisten. Dies schließt die Reparatur von Fahrrädern, ausreichende Sicherheit bei der Nutzung sowie notwendige Reinigung und Wartung der Stationen ein (vgl. hierzu und im Folgenden BMVBS 2010).

Im Fall eines Schadens mit einem entliehenen Fahrrad haften abhängig von der Schuld entweder der Kunde oder der Betreiber. Nicht verantwortlich ist der Betreiber im Falle eines Diebstahls, grober Fahrlässigkeit des Kunden oder bei rechtswidriger Verwendung. Der Nutzer haftet während der Mietzeit für Schäden und Diebstahl, abhängig von der Eigenschuld und den getroffenen Sicherheitsvorkehrungen (z. B. korrektes Absperren bei Nichtbenutzung). Die Eigenbeteiligung ist meistens auf die maximale Mietsumme begrenzt. Klar definierte Deckungssummen für Versicherungen und Haftung müssen im Betreibervertrag vermerkt werden.

Auch Gesetze über Kombinationsverträge bezüglich Werberechten und Betrieb des Fahrradverleihsystems müssen berücksichtigt werden. Wenn bestehende Verträge unterschiedliche Laufzeiten haben oder die Verteilung von Werbeflächen dezentral erfolgt und nicht über die Stadt, erschwert es die Kombination von Fahrradverleihsystemen und Werberechten (Mlasowsky/Perpelea/Contadini et al. 2008: 49). In dem Zusammenhang kam es bereits mehrfach zu Konflikten zwischen privaten Betreibern und öffentlichen Akteuren. So erhob etwa die Stadt Dresden 2009 Klage gegen Nextbike, da sie die Werbeflächen auf Fahrrädern als rechtswidrige Sondernutzung von Werbeflächen betrachtete. Die Klage wurde auf nationaler Ebene vom Verwaltungsgericht Hamburg abgewiesen (Monheim/Muschwitz/Reimann et al. 2012: 90). Die rechtliche Situation bezüglich Fahrradverleihsystemen ist an vielen Stellen noch ungeklärt und zeigt, dass die Systeme ein junges Phänomen darstellen und noch nicht als alltägliche urbane und regionale Mobilitätsoption aufgefasst werden. Verfügbare Daten sind fragmentiert, da Städte und Betreiber selten Verträge offenlegen und die rechtliche Situation intransparent ist (BMVBS 2010: 69).

2.3 Probleme und Limitationen

Obwohl es Empfehlungen und lokale Beispiele für die Einführung von Fahrradverleihsystemen gibt, fehlt eine allgemeine Vorlage für den Aufbau eines erfolgreichen Systems. Jedes System stellt ein „lokales Experiment“ (Monheim/Muschwitz/Reimann et al. 2012: 86) dar. Dabei gilt zu berücksichtigen, dass Fahrradverleihsysteme zwar grundsätzlich zur Verbesserung des Fahrradverkehrs in Städten beitragen, doch eine Stadt dadurch nicht automatisch fahrradfreundlich wird (Garthwaite 2011). In dem Zusammenhang führt Midgley (2011: 16) an, dass es bislang wenig aussagekräftige Daten zur Abschätzung der Effekte im urbanen Verkehr gibt. Diebstahl und Vandalismus, topographische Besonderheiten des Nutzungsgebietes, Verteilungsschwierigkeiten der Räder und Barrieren in Bezug auf die politische Planung stellen weitere Probleme bei der Einführung von Fahrradverleihsystemen dar.

Diebstahl und Vandalismus

Die ersten Generationen der Fahrradverleihsysteme hatten hohe Diebstahl- und Vandalismusquoten. Der Einsatz von Nutzerregistrierung, GPS-Ausstattung sowie die Einführung von robusten Einzelteilen und Sonderkonstruktionen der Räder hat das Diebstahlrisiko verringert. Dennoch ersetzt Paris tausende Fahrräder pro Jahr mit einem Kostenaufwand von drei bis sechs Millionen Euro. Im ersten Jahr des Betriebs von Vélib wurden 7.800 Fahrräder gestohlen und 11.600 so beschädigt, dass sie nicht mehr eingesetzt werden konnten (Midgley 2011: 9; vgl. für Berlin auch Mlasowsky/Perpelea/Contadini et al. 2008).

Sicherheit und Benutzerfreundlichkeit

Gegner von Fahrradverleihsystemen argumentieren mit einer steigenden Anzahl von Fahrradunfällen durch die Einführung der Systeme, jedoch basiert diese Annahme nicht auf empirischen Befunden (z. B. Meschnik/Trunk 2011). Dennoch wirken Sicherheitsbedenken der Nutzer oder Betreiber als hemmende Faktoren bei der Einführung, da hohe Kosten für die Versicherung im Falle von Sicherheitslücken entstehen können (Shaheen/Guzman/Zhang 2010: 4). Eine gesetzliche Helmpflicht in Australien war, unter anderem, ein Grund dafür, warum das Fahrradverleihsystem in Melbourne gescheitert ist (Garthwaite 2011). Es gibt jedoch kaum Untersuchungen bezüglich Sicherheitsempfindungen bei der Nutzung von öffentlichen Fahrradverleihsystemen (Midgley 2011: 8).

Einige Fahrradverleihsysteme, beispielsweise Vélib, integrieren bereits Fahrräder für spezielle Anforderungen, beispielsweise Tandems, Räder mit Kindersitzen oder Transporträder (von Sassen 2009: 134). Auch wird der Integration von Pedelects großes Potenzial zugeschrieben, da die Räder komfortabler sind, weniger Körperkraft benötigen, eine größere Reichweite haben und so die Attraktivität der Systeme auch für ältere oder körperlich schwächere Nutzer erhöhen (DeMaio 2009: 52). Elektrisch betriebene Transporträder sind in der Lage, Pkws zu ersetzen, werden jedoch bisher meistens für Logistikzwecke eingesetzt und nicht in Fahrradverleihsysteme integriert (Gruber 2015).

Umverteilung der Räder

Fahrradverleihsysteme mit automatisiertem Ausleihvorgang kämpfen häufig mit einem Ungleichgewicht der Fahrradverfügbarkeit. Bedingt durch Pendlerströme, Stoßzeiten und topographische Gegebenheiten fehlen an einigen Stationen Räder, während andere Stationen überlastet sind und keine freien Plätze zur Abgabe verfügbar sind (Chemla/Meunier/Wolfler Calvo 2013). Finden Nutzer keine freie Station, steigt die Nutzungs-

gebühr bis zur nächsten Station und die Zeitersparnis im Vergleich zu öffentlichem Verkehr oder motorisiertem Individualverkehr wird obsolet. Die Umverteilung der Räder durch Mitarbeiter mit Fahrradtransportern ist zeitaufwendig, teuer und verursacht erneut Emissionen. Teils recht aufwendig berechnete Algorithmen sollen helfen, die Umverteilung der Fahrräder mithilfe von Informationssystemen zu vereinfachen und Stationen entsprechend zu planen (Chemla/Meunier/Wolfler Calvo 2013; Raviv/Tzur/Forma 2013).

Topographie und Klima

Fahrradverleihsysteme wurden sowohl in nordischen als auch trockenen Regionen mit sehr unterschiedlichen Ausgangsbedingungen eingeführt (Midgley 2011: 8). Allein Starkregen und starker Schneefall sind gänzlich limitierende Faktoren für den Radverkehr und überzeugte Fahrradpendler (Guell/Panter/Ogilvie 2013). Unterhalb von 4% Steigung ist die Topographie kein limitierender Faktor. Erst mit größeren Steigungen ergibt sich oben genanntes Umverteilungsproblem (Midgley 2011: 7). Die Stadt Stuttgart, beziehungsweise die DB Rent GmbH, hat nun 100 Pedelects in das dortige Fahrradverleihsystem integriert, um die Nutzung trotz Höhenunterschieden zu fördern.² Auch hier wird deutlich, dass insbesondere der Einsatz von elektrisch unterstützten Rädern die Attraktivität von Fahrradverleihsystemen steigert.

Installation und Instandhaltung

Installationen von stationsbasierten Fahrradverleihsystemen erfordern unterirdische Verkabelungen samt Entfernung und späterer Erneuerung des Straßenbelags und sind damit zeit- und kostenintensiv. Modulare, flexible und solarbetriebene Paneele, wie in Montreal, lösen diese Schwierigkeiten (DeMaio 2009: 50). Auch für flexible Systeme wie „Call-a-Bike flex“ ist keine Installation notwendig. Allerdings müssen für dieses System ausreichend Räder im Stadtgebiet verteilt sein. Ferner muss die Frage nach der Verantwortlichkeit der Instandhaltung vor der Einführung eines Fahrradverleihsystems geklärt werden, da die operativen Kosten besonders für große Systeme hoch sind (Midgley 2011: 11). Bei kleineren, nicht-automatisierten Systemen können lokale Partner für die Wartung eingesetzt werden (von Sassen 2009: 176).

Multimodale Mobilitätsplanung

In der Literatur wird wiederholt kritisiert, dass in Deutschland eher traditioneller öffentlicher Verkehr unterstützt werde als die Einführung von Fahrradverleihsystemen (z.B. Mlasowsky/Perpelea/Contadini et al. 2008: 38). Die Integration von Fahrradverleihsystemen in den öffentlichen Verkehr trifft auf mehreren Ebenen auf Hindernisse, nicht zuletzt durch die mangelnde Unterstützung der Verkehrsunternehmen und Verbände in Deutschland (Borcherding/Hartwig/Karl 2010: 5). Integrierte, multimodale Fahrradverleihsysteme sind ein anspruchsvolles Instrument der Verkehrspolitik und stellen politische Entscheidungsträger vor Herausforderungen (Borcherding/Hartwig/Karl 2010: 5). Nur wenige Städte oder Regionen, z.B. Hamburg oder Usedom, verwenden „Smartcards“ für den öffentlichen Nahverkehr. Diese ermöglichen den einfachen Wechsel zwischen Verkehrsmitteln (Schwarzer 2014). Das Fahrrad könnte dadurch als Teil der alltäglichen Mobilitätsroutine etabliert werden und durch den multi-modalen Einsatz auch

² Vgl. <http://www.stuttgart.de/item/show/210230/1> (13.07.2016).

den traditionellen öffentlichen Verkehr stärken. Die Umsetzung auf nationaler Ebene ist in Deutschland innerhalb der nächsten Jahre nicht vorgesehen.

Divergierende Interessen der beteiligten Stakeholder

„[D]er Betreiber will Geld mit dem FVS verdienen, der Bürgermeister will Sichtbarkeit und geringe Kosten, der Nutzer will eine einfache und günstige Nutzung“ (Büttner 2010).

Unterschiedliche Interessen der verschiedenen Akteure können Umsetzungsprozesse erschweren. Monheim/Muschwitz/Reimann et al. (2012: 92) identifizieren zwei zentrale Hindernisse: fehlende Finanzmittel und fehlender Platz. Die finanzielle Situation der Städte und Gemeinden ist oft schwierig, finanzkräftige Betreiber von Fahrradverleihsystemen, wie Banken oder Werbeunternehmen, sind in Deutschland unüblich. Entsprechend sind Städte und Gemeinden gefordert, eine Balance zwischen Finanzierung, gesetzlichen Regelungen und unterschiedlichen Interessen der Betreiber zu finden und auch Konflikte um divergierende Ziele innerhalb der Verkehrsstrategien eines Standorts zu lösen. Prioritäten bezüglich der Minimierung von motorisiertem Pendelverkehr oder der Förderung des Freizeitfahrradverkehrs müssen im Voraus definiert werden.

3 Sharing is Caring?

Fahrradverleihsysteme bieten grundsätzlich große Potenziale für eine am Leitbild der Nachhaltigkeit ausgerichtete Stadt- und Regionalplanung. Diese Potenziale werden im Folgenden systematisch beleuchtet. Zusätzlich wird skizziert, inwiefern sich Fahrradverleihsysteme als eine alternative Konsumpraxis auffassen lassen und damit auch Hinweise auf eine Neubewertung der Aspekte des Teilens und Verleihens im gesellschaftlichen Gesamtkontext geben.

3.1 Fahrradverleihsysteme diskutiert aus der Perspektive der Nachhaltigkeit

Dangschat und Segert (2011: 56) argumentieren, dass „mobil sein“ ein modernes Paradigma darstellt, ein allgemeiner Grundsatz, der eine moderne Gesellschaft reflektiert. Mobilität garantiert Zugang zu Märkten, Arbeitsplätzen, Bildung und Gesundheit. „Mobil sein“ wird mit räumlicher Flexibilität und geistiger Innovation assoziiert und ist in soziale Netzwerke eingebettet. Mobilität schädigt jedoch zugleich die Umwelt, verursacht hohe wirtschaftliche Kosten und schränkt die Lebensqualität in bestimmten Räumen ein (Perschon 2012: 2). Die Mobilitätskultur der industrialisierten Länder, die gleichzeitig von Entwicklungs- und Schwellenländern imitiert wird, beruht auf der Entwicklung durch individuellen motorisierten Verkehr und einer dafür benötigten Infrastruktur.

3.1.1 Nachhaltige Verkehrs- und Regionalentwicklung

Die Conference on Environment and Development in Rio de Janeiro 1992 kann als Meilenstein für die Nachhaltigkeitsdiskussion gesehen werden. Im Anschluss an diese Konferenz implementierte die UN-Kommission für nachhaltige Entwicklung die Agenda 21 für eine Neuorientierung der Politik hin zu einer stärkeren nachhaltigen Entwicklung. In der Periode 2010/2011 war nachhaltige Mobilität (*sustainable transport*) das zentrale Thema. Allerdings konnte während der Evaluierungsphase der Kommission keine klare Definition für dieses Konzept gefunden werden – ein Sachverhalt, der die allgemein schwierige Operationalisierung des Leitgedankens der Nachhaltigkeit reflektiert (vgl. Bongardt/Schmid/Huizenga et al. 2011: 5).

Institutionen wie das Institut für Verkehrswesen und Entwicklungspolitik, die Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit oder das European Institute for Sustainable Transport and Sustainable Low Carbon Transport Network (SLOCAT) schlagen Indikatoren für nachhaltige Mobilität vor (vgl. auch Europäische Kommission 2007). Diese Kriterien zielen darauf ab, Zusammenhänge zwischen Nachhaltigkeitszielen, durchgeführten Maßnahmen und Ergebnissen zu identifizieren und möglichst auch dokumentieren zu können (Perschon 2012: 4). Dabei sind Kennzeichen nachhaltiger Mobilität die Erfüllung des grundlegenden Zugangs und der Entwicklungsbedürfnisse der Menschen sowie die Förderung der Chancengleichheit innerhalb und zwischen den Generationen. Nachhaltige Mobilität muss erschwinglich sein innerhalb der Grenzen, die durch die Internalisierung der externen Kosten auferlegt werden, sie muss fair und effizient im Betrieb sein und muss eine ausgewogene regionale Entwicklung begünstigen. Zugleich sollen Luftverschmutzung und Treibhausgase sowie Abfall limitiert und die Auswirkungen auf Landnutzung und Lärmverursachung minimiert werden (Bongardt/Schmid/Huizenga et al. 2011: 10). Die wichtigste Herausforderung ist es, eine umweltfreundliche, sozial gerechte und ökonomisch effiziente Mobilität zu sichern sowie diesen Anforderungen mit minimalem Verkehrsaufkommen zu begegnen (Gather/Kagermeier/Lanzendorf 2008: 62).

In der Bundesrepublik Deutschland gilt gemäß den Grundsätzen der Raumordnung, die Erreichbarkeit von Einrichtungen und Angeboten der Grundversorgung für alle Bevölkerungsgruppen zur Sicherung der Chancengleichheit sowohl im Gesamtraum als auch in den Teilräumen in angemessener Weise zu gewährleisten. Eine gute und verkehrssichere Erreichbarkeit der Teilräume untereinander durch schnellen und reibungslosen Personen- und Güterverkehr wird dabei explizit als Kriterium der nachhaltigen Entwicklung aufgeführt (vgl. ROG § 2 Abs. 3). Wie bereits aufgezeigt, ist der Modal Split für den motorisierten Individualverkehr in Deutschland immer noch hoch. Als ein Gegensatz zu motorisiertem Individualverkehr und Investitionen in die Straßeninfrastruktur könnten geteilte Mobilitätssysteme, die über den öffentlichen Verkehr hinausgehen, eine Alternative und Chance für die Zukunft darstellen.

3.1.2 Potenziale und Grenzen

Im Folgenden werden Fahrradverleihsysteme anhand der eben angesprochenen Kriterien nachhaltiger Mobilität evaluiert. Dazu führt Tabelle 2 zunächst die Potenziale und Limitationen von Fahrradverleihsystemen bezüglich einer ökologischen Nachhaltigkeit auf (vgl. dazu weiterführend auch Bongardt/Schmid/Huizenga et al. 2011).

Fahrradverleihsysteme können das Bewusstsein für Fahrradfahren und multimodale Mobilität und somit auch den Modal Split für den Radverkehr generell erhöhen. Sie bieten eine Alternative für kurze Distanzen (OBIS 2011: 12) und adressieren das Problem der „letzten Meile“. Diese kurzen Strecken zwischen Wohnort, Haltestelle des öffentlichen Verkehrs und Arbeitsplatz scheinen zu lang, um zu Fuß zurückgelegt zu werden und als Konsequenz wird das Auto für die gesamte Strecke gewählt (OBIS 2011: 14; Shaheen/Guzman/Zhang 2010: 2). Fahrradverleihsysteme bieten hier eine geeignete Ergänzung. Zudem kann durch die Nutzung von Fahrradverleihsystemen der ÖPNV in Spitzenzeiten entlastet werden.

Trotz der genannten Potenziale für die Verbesserungen von Umweltbelangen in urbanen Räumen bestehen Einschränkungen. In Lyon wurden 394 Nutzer von Fahrradverleihsystemen befragt, wie sie ihre Strecke ohne Leihrad zurückgelegt hätten. 42% hätten die Strecke zu Fuß bewältigt, 41% hätten den öffentlichen Verkehr und 9% den motorisierten

Individualverkehr genutzt (Sonnberger/Gallego Carrera 2012: 18 f.). Die zurückgelegten Strecken lagen hauptsächlich in der Innenstadt und 94% der Befragten nutzen regelmäßig den öffentlichen Verkehr (Berberich 2011: 6). Die Daten aus Lyon deuten an, dass die Nutzer der Fahrradverleihsysteme ohnehin umweltfreundlichere Verkehrsmittel benutzen und der Wechsel vom motorisierten Individualverkehr nicht so deutlich wie erhofft ist.

Tab. 2: Potenziale und Grenzen der Fahrradverleihsysteme (FVS) bezüglich ökologischer Nachhaltigkeit

Dimension/Indikator	Zugrundeliegendes Nachhaltigkeitsziel	Potenziale FVS	Limitationen FVS
Flächenverbrauch durch Verkehrsinfrastruktur (als % der gesamten Oberfläche)	Zersiedelung und Zerstörung der Umwelt durch Verkehrsinfrastruktur soll vermieden werden	Benötigen weniger Platz als Infrastruktur für motorisierten Verkehr, Integrationen von bestehenden Stationen und Straßen statt Neubau	Bau von permanenten Stationen benötigt ebenfalls Fläche
Treibhausgasemissionen pro Kopf	Schrittweise Verringerung der negativen Auswirkungen (Klimawandel)	„Null-Emissionen-Fahrzeug“	–
Prozentsatz der Bevölkerung, der von lokalen Luftschadstoffen betroffen ist (zum Beispiel PM10-Konzentration, Kohlenwasserstoffe außer Methan NMHC)	Nachteilige Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt sollen reduziert werden	Keine Emissionen, Verkehrsmittel schützt Umwelt und fördert körperliche Gesundheit	–

Quelle: Eigene Darstellung nach Bongardt/Schmid/Huizenga et al. (2011: 12)

Neben ökologischen Aspekten muss eine am Gedanken der Nachhaltigkeit ausgerichtete Verkehrsentwicklung soziale Kriterien fokussieren (Mäding 2011: 30). So müssen Verkehrsmittel grundsätzlich für alle Generationen und Bevölkerungsgruppen zugänglich sein (Dangschat/Segert 2011: 55). Obwohl hauptsächlich junge, moderne und mobile urbane Bevölkerungsgruppen als Hauptzielgruppe von Fahrradverleihsystemen genannt werden (van den Noort/Gualdi/Spencer et al. 2009: 10), deuten Nutzerbefragungen an, dass die potenziellen Zielgruppen stärker diversifiziert sind als angenommen und alle Alters- und Bevölkerungsschichten vertreten sind (Knie 2009: 15; Sonnberger/Gallego Carrera 2012: 18 f.; Capital Bikeshare 2013: 5).

Städte, die Fahrradverleihsysteme eingeführt haben, geben an, dass die positiven Aspekte von einer Vielzahl von Benutzern – und zwar in allen Alterskohorten, geschlechtsübergreifend und auch über alle ethnische Gruppen hinweg – wahrgenommen werden (Burden/Barth/Schmidt et al. 2009: 16). Während barrierefreie Mobilität Bestandteil öffentlicher Diskussionen ist, wird armutsbedingte Mobilitätsausgrenzung nur äußerst selten thematisiert; auch fehlen hierzu genauere Daten. Niedrige Nutzungsgebühren oder die kostenlose Nutzung von Fahrradverleihsystemen würden diesen Aspekt einer sozialen Nachhaltigkeit berücksichtigen. Derzeit können die wenigsten öffentlichen Systeme jedoch selbsttragend geführt werden.

Tab. 3: Potenziale und Grenzen der Fahrradverleihsysteme (FVS) bezüglich sozialer Nachhaltigkeit

Dimension/Indikator	Zugrundeliegendes Nachhaltigkeitsziel	Potenziale FVS	Limitationen FVS
Anteil des Modal Split für öffentlichen Verkehr und nicht-motorisierten Verkehr	Verkehrsformen, die sowohl für einen großen Bevölkerungsanteil zugänglich und zugleich umweltfreundlich sind, sollen gefördert werden	Erhöhen des Modal Split des Radverkehrs, Attraktivität durch multimodale Verbindung mit öffentlichem Verkehr, zugänglich für großen Bevölkerungsanteil	Die Entscheidung für ein Verkehrsmittel hängt stark von persönlicher Überzeugung und Routinen ab; physische Kraft zum Radfahren ist nötig
Anteil Kosten für Mobilität an gesamten Haushaltsausgaben	Verkehrsteilnahme soll für alle Mitglieder der Gesellschaft erschwinglich sein	Im Vergleich zu motorisiertem Verkehr preisgünstigere Fortbewegung	Mitgliedsbeitrag für FVS-Nutzung ist notwendig
Partizipative Verkehrsplanung	Die Öffentlichkeit soll in die Entscheidungsprozesse der Verkehrspolitik und in Projekte eingebunden werden	P2P-FVS sind selbstständig und selbstbestimmt organisiert	Top-down-Planung der Politik, trotz Nutzerumfragen ist Öffentlichkeit nicht direkt in Umsetzungsprozesse integriert

Quelle: Eigene Darstellung nach Bongardt/Schmid/Huizenga et al. (2011: 12)

Eine Alternative bieten P2P-Fahrradverleihsysteme, die von Privatpersonen selbst organisiert werden. Dabei stehen die geteilte Nutzung und der verringerte Konsum im Vordergrund. Zur generellen Förderung von Fahrradverkehr gilt zu bedenken, dass persönliche Mobilitätspräferenzen in alltägliche Praktiken eingebunden sind und von Routinen und Lebensstilen geprägt werden (Dangschat/Segert 2011). Mit anderen Worten sind bestimmte Präferenzen bzw. Aversionen für und gegen verschiedene Verkehrsmittel in unterschiedlichen Milieus schwer zu durchbrechen. Strategien zur Förderung von nachhaltiger Mobilität sollten deshalb auch soziokulturelle Überlegungen berücksichtigen. Vergleicht man Indikatoren eines nachhaltigen Verkehrs mit den Potenzialen der Fahrradverleihsysteme, zeigt Tabelle 3 die Möglichkeiten und Grenzen für eine sozial ausgewogene Entwicklung.

Ein Verkehrssystem, das sich nur auf motorisierten Verkehr konzentriert, reduziert den Zugang für einkommensschwache Gruppen. Sowohl in städtischen als auch in ländlichen Gebieten ist die Bevölkerung abhängig vom Zugang zu Märkten, Arbeit, Bildung und Gesundheitsversorgung und immer größere Pendlerströme zwischen urbanen Räumen und umliegenden Regionen müssen bedacht werden (Lanzendorf 2001: 15 f.). Vor allem in kleineren Städten und ländlichen Regionen ist der öffentliche Verkehr teils nicht voll entwickelt. Fahrradverleihsysteme haben das Potenzial, hier Lücken zu überbrücken (Midgley 2009: 23).

Meschnik und Trunk (2011: 6) setzen interne Kosten, die jeweils spezifisch von Auto- oder Fahrradnutzern getragen werden, in Verhältnis zu externen Kosten, die von der Gesamtbevölkerung – in diesem Fall in Österreich – getragen werden. Die Kalkulation beinhaltet Kosten für Gesundheit, Lärm, Unfälle, Betriebskosten, Reisedauer und Schadstoffe. Eine Erhöhung des Radverkehrsanteils in Österreich um 2% würde demzufolge zu einem externen Nutzenanstieg für die Gesamtbevölkerung führen und hohe Kosten für den motorisierten Individualverkehr verringern. Zusätzlich benötigt der Bau von Fahrradinfrastruktur weniger finanziellen Aufwand und auf bestehende Infrastruktur kann zurückgegriffen werden. Dieser Versuch der Quantifizierbarkeit von Vorteilen bezüglich

des Radverkehrs deutet an, dass Fahrradverleihsysteme auch Ziele der wirtschaftlichen Nachhaltigkeit adressieren. Darüber hinaus stellen sie auch eine interessante Option für den Tourismus dar (Mlasowsky/Perpelea/Contadini et al. 2008: 7; Monheim/Muschwitz/Reimann et al. 2012: 4), indem sie zum Image als „moderne, innovative und grüne“ Destination beitragen (ITDP 2013: 14).

Die Herausforderung für die Verkehrsentwicklung im Bereich wirtschaftlicher Nachhaltigkeit ist es, die Verwendung der öffentlichen Gelder zu organisieren, wenn motorisierter und nicht-motorisierter Verkehr um die Finanzierung konkurrieren (vgl. Tab. 4).

Tab. 4: Potenziale und Grenzen der Fahrradverleihsysteme (FVS) bezüglich wirtschaftlicher Nachhaltigkeit

Dimension/Indikator	Zugrundeliegendes Nachhaltigkeitsziel	Potenziale FVS	Limitationen FVS
Mindestbesteuerung auf Kraftstoff	Reduktion der externen Kosten von Verkehr auf Basis fossiler Brennstoffe	Die Erhöhung des Modal Split für Radverkehr senkt die externen Kosten für die Gesamtgesellschaft	Investitionen in Radinfrastruktur und Kampagnen nötig, bislang begrenzte Bekanntheit
Infrastrukturinvestitionen nach Verkehrsmittel	Förderung von allgemein zugänglichen und umweltverträglichen Verkehrsträgern	Zugang für große Bevölkerungsanteile, hohe Umweltverträglichkeit	Lobby der Automobilindustrie in Deutschland, „Wettbewerb“ von FVS und öffentlichem Verkehr behindert Entwicklung

Quelle: Eigene Darstellung nach Bongardt/Schmid/Huizenga et al. (2011: 12)

Der „Nationale Radverkehrsplan 2020“ zeigt innerhalb von neun Handlungsfeldern auf, welche Schritte von Bundesregierung und Ländern unternommen werden müssen, um eine generelle Attraktivität des Radverkehrs und eine Steigerung des Modal Split zu erreichen (BMVBS 2012: 7). Neben der Formulierung einer Radverkehrsstrategie zur Verbesserung der Infrastrukturausstattung und Verkehrssicherheit für Radfahrer sind die wachsende E-Mobilität und die multimodale Verknüpfung von Rad und öffentlichem Verkehr zentrale Handlungsfelder (BMVBS 2012: 11). Mehrere Städte, beispielsweise Barcelona, München oder Bozen, haben in den letzten Jahren Stellen oder Initiativen eingerichtet, die sich mit nicht-motorisierter Verkehrsplanung beschäftigen, und haben diese auch mit öffentlichen Geldern unterstützt (Beroud 2007: 5; Autonome Provinz Bozen 2016). Diese Maßnahmen erhöhen die Sichtbarkeit des Fahrradverkehrs im Allgemeinen und von Fahrradverleihsystemen im Speziellen und können dazu beitragen, langfristig eine verstärkt multimodale Verkehrsorganisation zu etablieren.

Trotz Limitationen bezüglich Wirkungsgrad und Umsetzbarkeit können Fahrradverleihsysteme mit wachsendem Komfort zunehmend als zuverlässiges, schnelles und flexibles Verkehrsmittel gesehen werden (von Sassen 2009: 2; Scholl/Schulz/Süßbauer et al. 2010: 18). Mlasowsky/Perpelea/Contadini et al. (2008: 7) betonen besonders, dass eine langfristige Wirkung nach der Einführung von Fahrradverleihsystemen den allgemeinen Anstieg des Bewusstseins für den Radsport und andere nachhaltige Verkehrsträger zur Folge hat. Durch die Möglichkeit, Bikesharing mit anderen Verkehrsträgern zu verbinden, werden neue Möglichkeiten der Fortbewegung geschaffen, was zu einer Veränderung von Mobilitätsroutinen führen kann.

3.2 Fahrradverleihsysteme im Licht der Sharing Economy

Das kapitalistische Wirtschaftssystem beruht auf der Annahme von grenzenlosem Wachstum und wird begleitet von Ressourcenverbrauch, Überkonsum sowie ungleichen Lebens- und Arbeitsbedingungen (Taubert 2014: 12; Siniawski 2014). Die Finanzkrise 2008 offenbarte die Fragilität dieses Systems. Unzufriedenheit mit der derzeitigen Wirtschaftsorganisation führt zu der Suche nach Alternativen, nach einer stärker am Leitbild der Nachhaltigkeit orientierten Lebensführung, bei der „Wirtschaft“ anders interpretiert und gedacht wird. Teilen, Austauschen und Verleihen können zentrale Elemente einer solchen Neuorientierung sein. Diese Praktiken werden in der Literatur vielfach als „alternative“, d.h. nicht-kapitalistische und unbezahlte Formen der Organisation sozioökonomischer Austauschbeziehungen bezeichnet (Gibson-Graham 1996; Gibson-Graham 2008). So erfordert insbesondere der private P2P-Fahrradverleih – ähnlich wie etwa Gemeinschaftsgärten oder Kleider- und Essenstausch – freiwillige Arbeit, also Arbeit, die außerhalb kapitalistischer Grundprinzipien stattfindet und in der Regel nicht monetär entlohnt wird (vgl. Tab. 5).

Tab. 5: Fahrradverleihsysteme (FVS) als Elemente einer „Ökonomie der Vielfalt“*

Transaktionen	Arbeitsformen	Unternehmen	Eigentum	Finanzierung
MARKT	LOHNARBEIT	KAPITALISTISCH	PRIVATWIRTSCHAFT	MAINSTREAM-GESCHÄFT
ALTERNATIV-MARKTBASIERT	ALTERNATIVE ARBEITSFORMEN	ALTERNATIV-KAPITALISTISCH	ALTERNATIV-PRIVAT-WIRTSCHAFTLICH	ALTERNATIVE FINANZIERUNGSFORMEN
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fair Trade ▪ Lokale Handelssysteme (LETS) ▪ Alternative Währungen ▪ P2P-Fahrradverleih 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Freischaffend ▪ Vergütung in Naturalien ▪ Gegenseitige Verpflichtungen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Staatseigen ▪ Sozialunternehmen ▪ Non-Profit (FVS-Betreiber, private Fahrradverleih-Initiativen, P2P) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gemeinschaftseigentum ▪ Indigenes Wissen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Genossenschaftsbanken ▪ Kreditgemeinschaften ▪ Mikrofinanzierungen
NICHT-MARKTBASIERT	UNVERGÜTETE ARBEIT	NICHT-KAPITALISTISCH	FREI ZUGÄNGLICH	NICHT-MARKTBASIERT
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Haushaltsgemeinschaften ▪ Staatliche Zuwendungen ▪ Schenken (30 Freiminuten für FVS-Nutzer) ▪ Diebstahl 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Haushalts- und Pflegearbeiten ▪ Nachbarschaftshilfe ▪ Freiwilligenarbeit (Fahrradreparatur) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arbeiterkooperativen ▪ Gemeinschaftsunternehmen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atmosphäre ▪ <i>Open source IP</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eigenleistungen (<i>Sweat equity</i>) ▪ Kredite von Familienmitgliedern ▪ Spenden

* Die Darstellung gibt im Wesentlichen das *Diverse Economies Framework* wieder, das zum Ziel hat, die Vielfältigkeit ökonomischer Aktivitäten im Kapitalismus und gleichzeitig alternative Organisationsformen sozioökonomischen Austauschs sichtbar zu machen

Quelle: Gibson-Graham (2010: 15), verändert und ergänzt; vgl. auch Lee (2006: 428); Zademach (2014: 129)

Eine alternative Zukunft auch im Hinblick auf eine stärker nachhaltige Verkehrsplanung ist möglich, wenn „geteilte“ Mobilität in Betracht gezogen wird, die Ressourcen schont, Konsum neuer Produkte verringert und den Lebenszyklus bestehender Produkte verlängert (Baedeker/Leismann/Rohn et al. 2012: 11). Werte des Teilens, Austauschens und Verleihs können mit Umweltschutz, einer nachhaltigen Entwicklung, Fairness und Gleichheit verbunden werden.

3.2.1 Teilen und Verleihen als alternative Konsumformen

Alternativer Konsum kann als Erwerb von Waren jenseits formaler Verkaufsstellen verstanden werden (Williams/Paddock 2003: 312). „Teilen“, „Austauschen“ und „Verleihen“ stellen dabei besondere Formen des alternativen Konsums dar (Frick/Hauser/Gürtler 2013: 6 f.). Teilen gehört zum menschlichen Charakter und ist eine natürliche Art und Weise des sozialen Austausches. Der Begriff „Austausch“ impliziert jedoch bereits eine wirtschaftliche Komponente. Frick/Hauser/Gürtler (2013: 11) unterscheiden verschiedene Praktiken des „Teilens“, die auch auf Fahrradverleihsysteme übertragen werden können. „Mothering“ meint teilen ohne Bedingung, zum Beispiel zwischen Mutter und Kind. „Socialising“ ist eine Praxis des „Teilens“ mit dem Ziel, menschliche Interaktion und Beziehungen zu stärken, beispielsweise durch die gemeinsame Nutzung von Fahrrädern in Privatbesitz, die mit Fremden geteilt werden. „Gifting“ (Schenken) stellt eine besondere Form des „Teilens“ dar, zum Beispiel die Bereitstellung von 30 kostenlosen Minuten für Nutzer von Fahrradverleihsystemen. Da jedoch eine Nutzergebühr gezahlt wird, beschreibt „Exchanging“ die Praxis in Bezug auf Fahrradverleihsysteme am besten.

Abb. 2 Graffiti in London zum Thema „Sharing“



Quelle: Musch (2014)

Die Idee des „Teilens“ auf gesamtgesellschaftlicher Ebene ist nicht neu (Frick/Hauser/Gürtler 2013: 30), denn bereits in den 1970er Jahren adressierte die Bewegung „Nutzen statt Besitzen“ mit kooperativen Ansätzen Konsum und Ressourcenverbrauch (Mäding 2011: 30; vgl. auch UBA 1997). Wohngemeinschaften, öffentliche Bibliotheken oder Recyclingflaschen waren Ausdruck der Forderungen nach einer nachhaltigen, umweltfreundlichen Gesamtentwicklung (Scholl/Schulz/Süßbauer et al. 2010: 3; Baedeker/Leismann/Rohn et al. 2012: 12). Dennoch kann die zunehmende Verbreitung von Angeboten des geteilten Konsums derzeit im Kontext einer wachsenden Sharing Economy verstanden werden (Gansky 2010). Neu an der aktuellen Entwicklung ist der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie, bei der das Internet eine zentrale Rolle

als Vermittlungsplattform für privates Teilen einnimmt (Baedeker/Leismann/Rohn et al. 2012: 9).

Wurden zunächst immaterielle Daten geteilt, dienen Onlineplattformen nun der Organisation des Austauschs, Teilens und Verleihs von materiellen Gütern und „Offline-Dienstleistungen“ (Siniawski 2014). Mit steigenden Nutzerzahlen wird eine kritische Masse erreicht, die *Sharing Services* gegenüber traditionellen Konsumformen attraktiv macht. Gemeinsamer Konsum ermöglicht den Zugang zu Gütern, deren eigene Anschaffung teuer oder zeitaufwendig ist (Autos, Boote, Designerkleidung, Ferienhäuser, Gemeinschaftsgärten), spart Geld und Zeit (Kleider-/Essenstausch, Wohngemeinschaften), verlängert die Nutzungsdauer von Dingen, die unregelmäßig genutzt werden (z. B. Werkzeuge) oder ermöglicht eine neue soziale Interaktion (Tausch von privaten Fahrrädern, Mitfahrzentrale, Couchsurfing) (Gansky 2010; Botsmann/Rogers 2011). Der Zugang zu Tausch- und Verleihangeboten, beispielsweise die Nutzerregistrierung für Fahrradverleihsysteme, ist in diesem Verständnis wertvoller als der Besitz eines eigenen Fahrrads (Botsmann/Rogers 2011).

Bei existenziellen Bedrohungen werden alternative Konsumformen für zahlreiche Haushalte ökonomisch notwendig (Williams/Paddock 2003: 311). So hat besonders die Finanzkrise 2008/2009 einerseits viele Haushalte in finanzielle Bedrängnis gebracht, andererseits ist das Misstrauen gewachsen gegenüber traditionellen Wirtschaftsunternehmen, denen die Verantwortung für die Finanzkrise, aber auch für Ressourcenverschwendung, Verletzung von Menschenrechten und Verstärkung des Klimawandels zugeschrieben wird (Gansky 2010: 64; Botsman/Rogers 2011: 22). Als Folge spricht Adler (2011: 7 f.) von einem Paradigmenwechsel, der besonders die junge, urbane Bevölkerung erfasst – eine Generation, die der Autor als „Generation Mietwagen“ bezeichnet (vgl. auch Abb. 2). Ein neues Verständnis für Konsum, Eigentum und Besitz begleitet den Paradigmenwechsel, der sich auch in der Wahl der Verkehrsmittel niederschlägt. Carsharing, private Mitfahrzentralen und Fahrradverkehr als flexible Mobilitätsoptionen ersetzen das Privatauto (Scholl/Gossen/Grubbe et al. 2013: 21). Lebensstile, wie der „Lifestyle of Voluntary Simplicity“ (Elgin 2013) oder die „neuen Commonisten“ (Helfrich 2012) setzen bewusst auf Konsumverzicht und nutzen stattdessen gemeinsame Güter und Dienstleistungen. Sie können bislang als Nischen gesehen werden, die jedoch stetig wachsen (Helfrich 2012: 15 f.).

3.2.2 Kritische Anmerkungen und Synthese

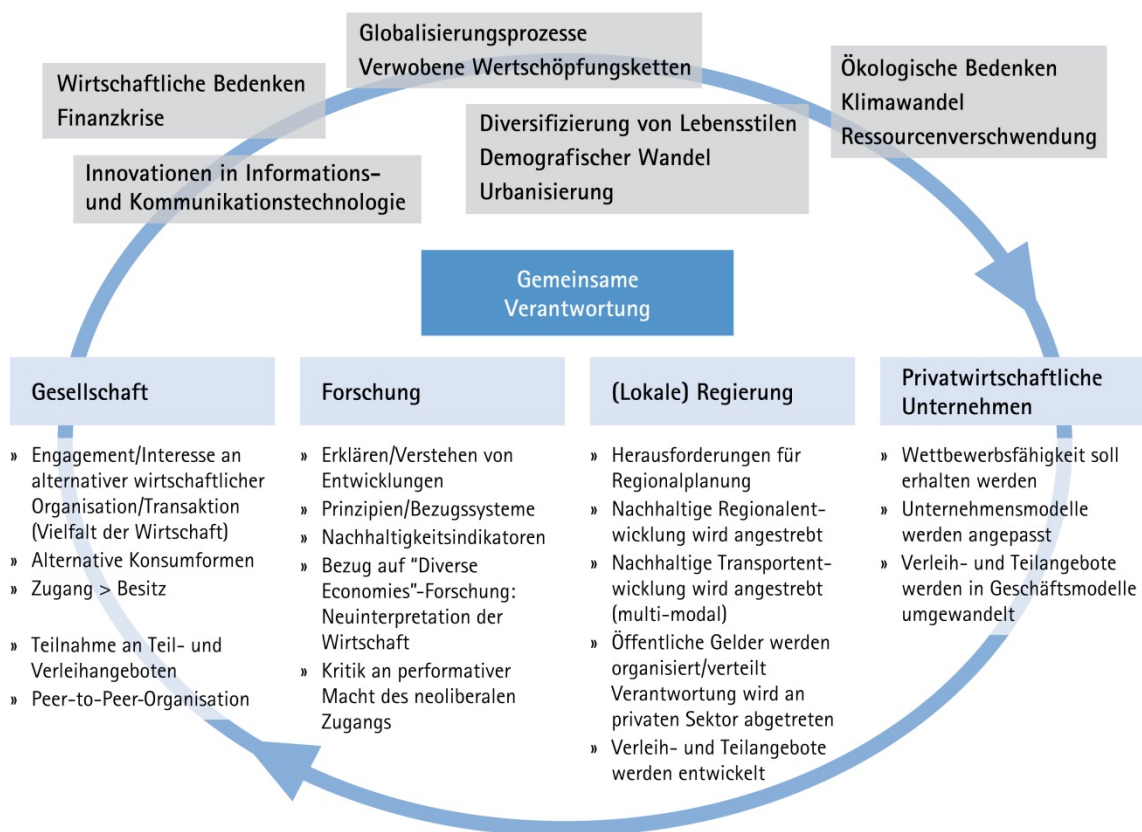
Auf der einen Seite werden idealistische Gründe, postmaterialistische Überzeugungen, Umweltbedenken und soziale Unzufriedenheit als Treiber für die wachsende Sharing Economy genannt, die das Ende des Kapitalismus bedeuten soll (Rifkin 2000; Frick/Hauser/Gürtler 2013: 24; Sakaria/Gaskins/Stehfest 2014: 4). Auf der anderen Seite sind viele Nutzer der Sharing Economy aber auch vornehmlich Konsumenten, die Geld und Zeit sparen und nicht die freie Marktwirtschaft abschaffen wollen. Der zunehmende kommerzielle Charakter von Onlinetausch- und -verleihbörsen verstärkt diesen Eindruck. Wohlsen (2013) schreibt dazu: „[...] sharing has shown itself to have striking profit potential“ (vgl. auch Gansky 2010). Die demokratisierenden Effekte einer Sharing Economy werden untergraben und eine Mainstream-Konsumkultur wird neu interpretiert.

Gleichzeitig passen Unternehmen der „Old Economy“ ihre Unternehmensmodelle dem neuen Trend des Teilens und Verleihs an (Sundararajan 2013). So bieten auch BMW und Daimler Carsharing-Dienste an. Investoren und Start-ups nutzen die Teil- und Verleihbereitschaft der registrierten Nutzer aus, um Gewinn zu generieren (Steinschaden

2014). So bietet die bereits beschriebene P2P-Fahrradverleihplattform Spinlister die Möglichkeit, den privaten Fahrradverleih zu organisieren, doch werden die Räder gegen eine Gebühr verliehen, von der wiederum 17,5% als Provision beim Unternehmen verbleiben. Auch das Unternehmen „Uber“, das durch die private Organisation von Taxidiensten ohne Bereitstellung von Versicherung und Lizenz zuletzt in die Kritik der breiten Öffentlichkeit geraten ist, basiert auf einem „Sharing“-Angebot (Leonard 2014). Der Unternehmenswert wird mittlerweile auf über 50 Milliarden US-Dollar geschätzt. Die alternative Sharing Economy fügt sich so in die Prinzipien einer kapitalistischen Wirtschaftsorganisation ein.

Als Entwurf einer zusammenfassenden Synthese setzt Abbildung 3 die angesprochenen Dynamiken in Beziehung. Dabei sind die im Beitrag identifizierten treibenden globalen und nationalen Entwicklungen der Sharing Economy grau hinterlegt, die Reaktionen und Anpassungen der Gesellschaft, Regierungen, Unternehmen und Forschung blau.

Abb. 3: Triebkräfte und Reaktionen des Sharing-Trends



Insgesamt wird deutlich, dass öffentliche Fahrradverleihsysteme heute nur sehr eingeschränkt mit den ursprünglichen Ideen der Sharing Economy in Verbindung stehen. Die erste Generation der Fahrradverleihsysteme wurde noch ohne Nutzungsgebühr und Registrierung bereitgestellt und basierte auf idealistischen Werten wie Vertrauen gegenüber den Nutzern. Doch hohe Diebstahl- und Vandalismusquoten verlangten nach stärkerer Kontrolle. Wie auch die nachfolgend noch ausgeführten Fallbeispiele zeigen, führen Städte und Gemeinden Fahrradverleihsysteme heutzutage vor allem aus ökologischen (Emissionsvermeidung, Straßenentlastung) und wirtschaftlichen (Attraktivitätssteigerung, Imageverbesserung etc.) Gründen ein.

4 Fahrradverleihsysteme als nachhaltige Mobilitätsform für kleinere Kommunen?

Bislang wurden größere Fahrradverleihsysteme hauptsächlich in Städten eingeführt. Im Folgenden wird erörtert, inwiefern sich Fahrradverleihsysteme als umweltfreundliche, nachhaltige Mobilitätsform auch für kleinere Kommunen und eine gesamtreionale Entwicklung eignen. Unter Berücksichtigung der vorangegangenen Diskussion werden dabei öffentliche und privat initiierte P2P-Systeme unterschieden. Öffentliche Fahrradverleihsysteme adressieren hauptsächlich Umwelt- und Verkehrsbelange, während bei privaten die Selbstorganisation, verringerter, alternativer Konsum und der Aspekt des Teilens im Vordergrund stehen. Beide Varianten können in Kommunen einen Beitrag zu einer nachhaltigeren Verkehrsentwicklung leisten.

Die Potenziale für Fahrradverleihsysteme in kleineren Gemeinden werden jedoch von diesen unterschiedlich aufgefasst: „[E]s scheint, als würden die Kommunen noch nicht wissen, um was es beim Fahrradverleih tatsächlich geht“ (Monheim/Muschwitz/Reimann et al. 2012: 81). Aktuelle Studienergebnisse deuten an, dass die Gemeinden durch Fahrradverleihsysteme zwar Vorteile für Pendler, Studenten und Touristen sehen und auch die Einbindung in den öffentlichen Verkehr in Betracht gezogen wird, aber dennoch die Eignung für urbane Räume höher bewertet wird (Monheim/Muschwitz/Reimann et al. 2012: 81 f.). Die eigene Größe wird als nicht ausreichend für Fahrradverleihsysteme gesehen und kleine, alternative Lösungen werden meist nicht verwirklicht.

Der Modal Split für Radverkehr liegt in ländlichen Regionen in Deutschland bei 8%. Laut des bereits angesprochenen nationalen Radverkehrsplans ist es Ziel, diesen Anteil bis 2020 auf 13% zu erhöhen (BMVBS 2012: 11). 75% aller motorisierten Fahrten in ländlichen Gebieten werden innerhalb Gemeinden oder Dörfern getätigt, wobei die üblichen Distanzen zwischen einem und fünf Kilometer betragen und somit auch per Rad zu bewältigen wären (von Sassen 2009: 10). Gerade der demografische Wandel – eine alternierende Gesellschaft und Ungleichheiten zwischen ländlichen und urbanen Räumen – stellt eine Herausforderung für ländliche Gemeinden dar. Eine Anpassung der Mobilitätsausstattung ist deshalb unerlässlich.

Reuter (2012: 130; vgl. auch BMVBS 2012: 71) empfiehlt, kombinierte Ansätze für Mobilitätsstrategien in ländlichen Gebieten zu verfolgen. Busse und Bahnen sollen die Hauptverkehrsrouten zwischen Städten und Gemeinden ausreichend versorgen und mit attraktiven Angeboten auch neue Nutzergruppen ansprechen. Dafür wäre zum Beispiel eine multimodale Organisation, die Carsharing-Angebote und Fahrradverleihsysteme einschließt, empfehlenswert. Als erster Schritt ist eine Kooperation von lokalen Entscheidungsträgern und Verkehrsunternehmen notwendig, als zweiter eine Förderung der Fahrradmitnahme im öffentlichen Verkehr und kombinierte Ticketoptionen. Rufbusse und selbstorganisierte Angebote wie Mitfahrzentralen oder privater P2P-Fahrradverleih tragen zu einer größeren Flexibilität bei, erhöhen die Selbstbestimmung und die Mobilität fernab von Stoßzeiten.

Laut Randelhoff (2013) lassen sich die Stationsdichte von Fahrradverleihsystemen und die Anzahl der Räder pro Einwohner in Beziehung zum Erfolg des Systems setzen. Zehn bis 16 Stationen pro Quadratkilometer und zehn bis 30 Räder pro 1.000 Einwohner werden als optimale Spannen genannt. Durch eine geringere Siedlungs- und Einwohnerdichte in Gemeinden und ländlichen Regionen sind weniger Stationen und Räder notwendig (BMVBS 2012: 75). Auch die Fahrtstrecken und somit die Kosten für Reparatur und Wartung sind geringer. Für vollautomatisierte Fahrradverleihsysteme wird eine Min-

destgröße von 200.000 Einwohnern aufgeführt (Midgley 2011: 7); halbautomatisierte oder manuelle Systeme lassen sich für kleinere Städte anpassen (von Sassen 2009: 175).

Tab. 6: Art und Größe von Fahrradverleihsystemen (FVS) in Relation zu Stadtgröße und Siedlungsdichte

Einwohner	Siedlungsdichte	Systemtyp	Größe der FVS-Netzwerkabdeckung
> 200.000	Hoch	Automatisch	Fahrräder und Stationen im Stadtgebiet verteilt
	Gering	Automatisch	Fahrräder und Stationen im Stadtkern und in Gebieten mit hoher Siedlungsdichte
50.000 – 200.000	Hoch	Automatisch	Fahrräder im Stadtgebiet verteilt
	Gering	Manuell	Fahrräder an Haltestellen des öffentlichen Nahverkehrs und an öffentlichen Einrichtungen (Gemeinschaftszentren, Sportanlagen)
< 50.000	Hoch	Automatisch	Fahrräder an den Hauptaktivitätszentren und Haltestellen des öffentlichen Verkehrs, an Einkaufszentren, Gesundheitszentren
	Gering	Manuell	Fahrräder an Haltestellen des öffentlichen Verkehrs und an Einkaufszentren, Sportanlagen

Quelle: Eigene Darstellung nach Midgley (2011: 9)

Tabelle 6 fasst zusammen, welche Arten von Fahrradverleihsystemen für verschiedene Stadtgrößen geeignet erscheinen. In kleineren Kommunen sollten Stationen oder Fahrräder in der Nähe von Hauptaktivitätszentren und Haltestellen des öffentlichen Verkehrs platziert werden (Midgley 2011: 2). Empfehlenswert ist zudem die Zusammenarbeit mit lokalen Partnern wie etwa Tourist-Informationen (von Sassen 2009: 176). So wird eine gemeinsame Verantwortung vermittelt und logistischer und finanzieller Aufwand verteilt.

4.1 Beispiele der Umsetzung

Peer-to-Peer-Fahrradverleihsysteme und kooperative Ansätze für eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung

Da selbstorganisierten P2P-Fahrradverleihsystemen in den bisherigen Ausführungen eine besondere Stellung zugeschrieben wurde, soll ein Beispiel dieses kooperativen Ansatzes näher erläutert werden. Die Initiative Bikesurf ist ein Non-Profit-Projekt, das den privaten Fahrradverleih in Städten jeglicher Größe ermöglicht, ohne dabei eine Provision zu verlangen (Kugel 2013). Der Aspekt des Teilens steht dabei im Vordergrund. Die Fahrradflotte wird ergänzt durch gespendete und bei Wertstoffhöfen abgegebene Räder. Die Räder werden von Freiwilligen repariert, mit Schlössern ausgestattet und im Stadtgebiet verteilt. Die Initiative startete 2013 in Berlin und ist seit April 2014 auch in Darmstadt aktiv.

In jeder Stadt oder Gemeinde kann durch private Initiative ein Bikesurf-Projekt gestartet werden. Die Umsetzung lässt sich dabei einfach über die Bikesurf-Homepage organisieren. Derzeit beteiligen sich rund 1.000 Nutzer an dem Projekt in Berlin. Für kleinere Städte, ohne öffentliches Fahrradverleihsystem, kann dieses Beispiel eine wertvolle Ergänzung für die Mobilitätsausstattung sein. Jedoch bedarf es verantwortlicher Personen und freiwilliger Helfer für die Ausführung und Wartung. Die Initiative „Chemnitzer Stadtrad“ bietet dazu einen weiteren Ansatz. Dieses Fahrradverleihsystem wird von der Stadt

Chemnitz und lokalen Partnern betrieben. Die Instandhaltung übernehmen arbeitslose Jugendliche, die im Gegenzug eine Ausbildung als Fahrradtechniker bekommen (Thiemann-Linden 2010: 2). Diese kooperativen Ansätze reflektieren tatsächlich alternative Organisationformen im Sinne des oben angesprochenen Diverse Economies Frameworks und tragen zur nachhaltigen Entwicklung in Städten und Gemeinden bei.

Öffentliche Fahrradverleihsysteme auf Usedom und im Ruhrgebiet als regionale Mobilitätslösungen

Die Insel Usedom hat 31.000 Einwohner und mehrere Millionen Übernachtungsgäste pro Jahr. Während der Hochsaison sind die Straßen ausgelastet, der Modal Split für motorisierten Individualverkehr liegt bei 90 % (Bracher/Hertel/Böhler-Baedeker et al. 2012: 14). 35 % der Touristen benutzen während ihres Aufenthalts Fahrräder, die in Fahrradläden ausgeliehen werden können. Die existierenden Leihräder wurden in das öffentliche Fahrradverleihsystem „UsedomRad“ der Insel integriert und dadurch wurde die Gesamtflotte auf 10.000 Räder erhöht. Die meist kurzen Wege auf der Insel sind gut für den Radverkehr geeignet. Eine gemeinsame Kooperation der Gemeinden, Fahrradläden, Tourismusverbände und der Verkehrsgesellschaften (Bäderbahn und Busse) ermöglichte die Einführung einer „USEDOMCard“, die als Smartcard für öffentlichen Verkehr, Fahrradverleihsystem und Sehenswürdigkeiten eingesetzt werden kann (Reuter 2012: 132). Da vor allem Touristen diese Karte nutzen, konnten Staus während der Hauptsaison deutlich verringert werden.

Als zweites Beispiel einer erfolgreichen regionalen Lösung lässt sich das Projekt „Metropolradruhr“ anführen (Zientek 2010). Obwohl es sich um eine urbane, dicht besiedelte Region handelt, ist der öffentliche Verkehr, besonders während Nachtzeiten, schlecht ausgebaut. Die Umsetzung des Fahrradverleihsystems könnte daher auf andere, auch ländliche Regionen übertragen werden, weshalb dieses Beispiel hier vorgestellt wird. Die Städte Duisburg, Oberhausen, Mülheim an der Ruhr, Essen, Bottrop, Gelsenkirchen, Herne, Bochum und Dortmund haben sich zusammengeschlossen, um den Modal Split des Radverkehrs von 8 % zu erhöhen (Heckmann 2011). Bereits existierende, kleine lokale Fahrradverleihsysteme wurden in Metropolradruhr integriert, sodass eine Fahrradflotte mit 3.000 Rädern zur Verfügung steht. Auch hier wird eine Smartcard eingesetzt, die für das Fahrradverleihsystem und den öffentlichen Verkehr nutzbar ist und Rabatte für das System bietet (Bracher/Hertel/Böhler-Baedeker et al. 2012: 11). Um den Einsatz von öffentlichen Geldern gering zu halten, wurde der private Betreiber Nextbike als Franchise-Partner initiiert, der weitere Hardware und feste Stationen zur Verfügung stellt. 3,44 Millionen Euro investierte Nextbike in das System, gegenüber 590.000 Euro öffentlicher Gelder (Heckmann 2011). Die Integration der bestehenden lokalen Systeme erhöhte zusätzlich die Akzeptanz und die Sichtbarkeit des neuen Systems (OBIS 2011: 13).

4.2 Bewertungen und Chancen

Seit wenigen Jahren liegen eine Reihe konkreter Leitlinien und Empfehlungen zur Einführung von Fahrradverleihsystemen in Städten und Gemeinden vor (BMVBS 2013; BMVI 2016). Die Projektgruppe OBIS (2011: 12) empfiehlt den Aufbau eines Fahrradverleih-Arbeitskreises. Alle beteiligten Akteure, zum Beispiel politische Entscheidungsträger, Verkehrsunternehmen, externe Betreiber, ansässige Ladenbesitzer, Tourismusunternehmen und die Bevölkerung sollten in die Prozesse integriert werden. Das technische Wissen der Betreiber ist wertvoll, doch auch externe Experten können helfen, das passende Fahrradverleihsystem zu finden. Das persönliche Engagement politischer Ent-

scheidungsträger wie im Fall von London wird als expliziter Erfolgsfaktor angeführt. Die Einführung eines übergreifenden, finanziell tragbaren Fahrradverleihsystems und gegebenenfalls von einheitlichen Tickets ist ein ambitioniertes Ziel. Wie die Beispiele Metropolradruhr und UsedomRad zeigen, ist die regionale Kooperation und die Integration von bereits vorhandenen Lösungen und lokalen Gegebenheiten entscheidend. Auch begrenzte öffentliche Finanzmittel sind nicht zwingend ein Hindernis, das sich nicht überwinden lässt.

5 Schlussbetrachtung

Entwicklungen von Fahrradverleihsystemen weltweit haben aufgezeigt, dass große High-techsysteme, gemessen an der Anzahl der Fahrräder, meist mit finanzieller Unterstützung von Stadtmöbel- und Außenwerbungsfirmen eingeführt wurden. Eine solche Kombination von Werbe- und Fahrradverleihsystem-Verträgen ist in Deutschland bislang nicht üblich und vorerst auch nicht vorgesehen. Erfolgreiche Systeme sind jedoch nicht unbedingt von der Größe, sondern von der Häufigkeit der Nutzung abhängig. Die Häufigkeit kann erhöht werden, wenn Fahrradverleihsysteme als alltägliche Mobilitätsoption verstanden werden. Die gezielte Förderung des Radverkehrs, einer fahrradfreundlichen Umwelt sowie die Förderung von Fahrradverleihsystemen ergänzen sich dadurch gegenseitig.

Eine Integration der Fahrradverleihsysteme in den öffentlichen Verkehr und die Etablierung als multimodale Mobilitätsoption, wie beispielsweise im Ruhrgebiet, auf Usedom oder auch in Hamburg, sind dabei entscheidend. Als besonders positive Beispiele können Dänemark und die Niederlande genannt werden, wo die Politik Fahrradinfrastruktur in hohem Maße langfristig fördert. Das Fahrrad hat sich so als alltägliches Verkehrsmittel etabliert, und nicht nur die private Nutzung, sondern auch die Nutzung von Fahrradverleihsystemen ist hoch. In Kopenhagen verbindet eine „Super Cycle“-Autobahn die Innenstadt mit den umliegenden Regionen (Baykal 2013). Öffentlicher Verkehr und Fahrradverleihsysteme ergänzen sich multimodal, elektrische Fahrräder ermöglichen es, auch größere Distanzen komfortabel zu überwinden.

Soll der Modal Split des Radverkehrs bis 2020 erhöht werden, müssen mehrere Strategien verfolgt werden. Dabei gilt es zu bedenken, dass die Wahl des Verkehrsmittels von persönlichen Präferenzen und Routinen abhängt und Radverkehrsstrategien nicht nur top-down implementiert werden. Lokale kooperative Ansätze des Fahrradverleihs und öffentliche Fahrradverleihsysteme erhöhen die Sichtbarkeit dieses Verkehrsmittels. Mit zunehmender multimodaler Integration kann es als zuverlässige, flexible und spontane Option wahrgenommen werden. Teilen als alternative Konsumpraxis kann dabei als „Sorge“ um Ressourcenverbrauch und Umweltverschmutzung gesehen werden. Für private P2P-Fahrradverleihsysteme trifft dies in besonderem Maße zu.

Als Herausforderung für die Regionalentwicklung sind diese Veränderungen der Gesellschaft auch hinsichtlich des Themenkreises Mobilität zu berücksichtigen. Bislang wird nachhaltige Verkehrsentwicklung vor allem von ökonomischen Überlegungen gelenkt und nach wie vor dominiert die Förderung der Infrastruktur für den motorisierten Verkehr. Sollen jedoch Umweltprobleme und faire Verkehrsgestaltung adressiert werden, haben Fahrradverkehr und öffentlicher Verkehr ein größeres Potenzial. Für Güter- und Warentransport in großem Maßstab sind Fahrräder ungeeignet, doch für privaten Verkehr und Logistikaufgaben kleinerer Distanzen ergeben sich zahlreiche Einsatzmöglichkeiten.

Das Angebot an Fahrradverleihsystemen wird in den nächsten Jahren anhaltend dynamisch wachsen. Dabei werden neue Formen der Zusammenarbeit zwischen Verkehrsunternehmen, privaten Fahrradverleihsystem- und Carsharing-Anbietern und lokalen Initiativen unsere alltäglichen Mobilitätsroutinen weiter verändern. Damit bilden Fahrradverleihsysteme ein zentrales Element für eine gesamtgesellschaftlich wünschenswerte Beschleunigung des Umstiegs von der individuellen, motorisierten hin zur geteilten, multimodalen und emissionsfreien Mobilität.

Literatur

- Adler, M. (2011): Generation Mietwagen. Die neue Lust an einer anderen Mobilität. München.
- Adunka, N. (2012): Leihfahrräder in europäischen Städten – Methoden und Ergebnisse. Beitrag präsentiert im Rahmen des BBSR-Workshops „Öffentliche Fahrradverleihsysteme: Evaluation Phase 2“, Bonn, 16. Oktober 2012.
- Autonome Provinz Bozen (2016): Das Projekt „Green Mobility“.
<http://www.provinz.bz.it/mobilitaet/projekt-green-mobility.asp> (13.07.2016).
- Baedecker, C.; Leismann, K.; Rohn, H.; Schmitt, M. (2012): Nutzen statt Besitzen. Auf dem Weg zu einer ressourcenschonenden Konsumkultur. Berlin. = Heinrich-Böll-Stiftung, Schriften zur Ökologie 27.
- Bauwens, M. (2005): The Political Economy of Peer Production.
<http://www.ctheory.net/articles.aspx?id=499> (13.07.2016).
- Baykal, A. (2013): Copenhagen. City of Cyclists. Kopenhagen.
- Berberich, S. (2011): Seminar Fahrradverleihsysteme.
<http://de.slideshare.net/sb-web/fahrradverleihsysteme> (21.07.2016).
- Beroud, B. (2007): Les expériences de vélos en libre service en Europe. In: Transports urbains 111, 1-5.
- Beroud, B. (2010): Perspectives on the Growing Market for Public Bicycles: Focus on France and the United Kingdom. Beitrag präsentiert auf der European Transport Conference, Glasgow, 11. Oktober 2010.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2009): Ausschreibung zur Durchführung eines bundesweiten Modellversuchs „Innovative öffentliche Fahrradverleihsysteme – Neue Mobilität in Städten“. Berlin.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2010): Innovative Mobilität in Städten – Integration öffentlicher Fahrradverleihsysteme in den ÖPNV: Rechtliche und finanzielle Aspekte. Berlin. = BMVBS-Online-Publikation 14/2010.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2012): National Cycling Plan 2020. Joining forces to evolve cycling. Berlin.
- BMVBS – Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.) (2013): Öffentliche Fahrradverleihsysteme – Innovative Mobilität in Städten. Ergebnisse der Evaluationen der Modellprojekte. Berlin. = BMVBS-Online Publikation 29/2013.
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2016): Mobilitäts- und Angebotsstrategien in ländlichen Räumen. Planungsleitfaden für Handlungsmöglichkeiten von ÖPNV-Aufgabenträgern und Verkehrsunternehmen unter besonderer Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte flexibler Bedienungsformen. Berlin.
- Bongardt, D.; Schmid, D.; Huizenga, C.; Litmann, T. (2011): Sustainable Transport Evaluation. Developing Practical Tools for Evaluation in the Context of the CSD Process. Eschborn.
- Borcherding, A.; Hartwig, K.; Karl, A. (2010): Fahrradfahren für Fortgeschrittene: Evaluation der Barrieren und Hindernisse der Beteiligung von Städten und Kommunen am Wettbewerb Modellversuch „Innovative öffentliche Fahrradverleihsysteme – Neue Mobilität in Städten“ des

- Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Berlin. = WZB Discussion Paper SP III 2010-601.
- Botsmann, R.; Rogers, R. (2011): What's mine is Yours. How Collaborative Consumption is Changing the Way We Live. London.
- Bracher, T.; Hertel, M.; Böhler-Baedeker, S.; Koska, T.; Beuermann, C.; Reutter, O. (2012): Innovative öffentliche Fahrradverleihsysteme. Modellprojekte am Start. Herausgeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR). Berlin, Bonn.
- Burden, A.; Barth, R.; Schmidt, J.; Olinger, K. (2009): Bike-Share. Opportunities in New York City. Department for City Planning. New York.
- Büttner, J. (2010): Neue Stadtmobilität. Fahrradverleihsysteme mit Rückenwind. Essen.
http://www.bikesharing.ch/fileadmin/redaktion/bikesharing/Dokumente/Radverkehr_20_Fahradverleihsysteme_Janett_B%C3%BCttner_choice_GmbH.pdf (13.07.2016).
- Capital Bikeshare (2013): Capital Bikeshare Member Survey Report. Washington.
- Chemla, D.; Meunier, F.; Wolfler Calvo, R. (2013): Bike Sharing Systems: Solving the Static Rebalancing Problem. In: Discrete Optimization 10 (2), 120-146.
- Dangschat, J.S.; Segert, A. (2011): Nachhaltige Alltagsmobilität – soziale Ungleichheiten und Milieus. In: Österreichische Zeitschrift für Soziologie 36 (2), 55-73.
- DeMaio, P. (2009): Bike-sharing: History, Impacts, Models of Provision, and Future. In: Journal of Public Transportation 14 (4), 41-56.
- DeMaio, P.; Gifford, J. (2004): Will Smart Bikes Succeed as Public Transportation in the United States? In: Journal of Public Transportation 7 (2), 1-17.
- DB Rent (2016): DB Rent unterstützt BMB mit Call a Bike bei der „Initiative Gesundheit“.
<https://www.dbrent.de/de/erfolgskonzepte/bmw> (16.07.2016).
- Deutsche Bahn (2015): Ökologisch, flexibel, effizient: die Zukunft der geschäftlichen Mobilität. Frankfurt am Main.
https://www.bahn.de/p/view/mdb/bahnintern/fahrplan_und_buchung/bahn.corporate/mdb_183336_db_zukunft_der_geschaefltlichen_mobilitaet_read.pdf (16.07.2016).
- ECF – European Cyclists' Federation (2014): The Rise of Bicycle Sharing Schemes.
<https://ecf.com/sites/ecf.com/files/Factsheet-ITF2012-BSS.pdf> (12.07.2016).
- Elgin, D. (2013): Voluntary Simplicity. A path to sustainable prosperity. In: Social Change Review 11 (1), 69-84.
- Europäische Kommission (2007): Towards a New Culture for Urban Mobility.
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52007DC0551> (16.07.2016).
- Follmer, R.; Gruschwitz, D.; Jesske, B.; Quandt, S.; Lenz, B.; Nobis, C.; Köhler, K.; Mehlin, M. (2010): Mobilität in Deutschland 2008. Ergebnisbericht. Struktur – Aufkommen – Emissionen – Trends (= Ergebnisbericht über die Arbeiten des Instituts für angewandte Sozialwissenschaft und des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung). Bonn, Berlin.
- Frick, K.; Hauser, M.; Gürtler, D. (2013): Sharity. Die Zukunft des Teilens. Rüsclikon.
- Gansky, L. (2010): The Mesh. Why the Future of Business is Sharing. New York.
- Garthwaite, J. (2011): Bike-Share Schemes Shift Into High Gear.
<http://news.nationalgeographic.com/news/energy/2011/06/110607-global-bike-share> (13.07.2016).
- Gather, M.; Kagermeier, A.; Lanzendorf, M. (2008): Geographische Mobilitäts- und Verkehrsforschung. Berlin.
- Gibson-Graham, J.K. (1996): The End of Capitalism (as We Knew It): A Feminist Critique of Political Economy. Cambridge.
- Gibson-Graham, J.K. (2008): Diverse Economies: Performative Practices For 'Other Worlds'. In: Progress in Human Geography 32 (5), 613-632.

- Gibson-Graham, J.K. (2010): Forging Post-Development Partnerships: Possibilities for Local and Regional Development. In: Pike, A.; Rodriguez-Pose, A.; Tomaney, J. (Hrsg.): Handbook of Local and Regional Development. London, 226-236.
- Gruber, J. (2015): Ich ersetze ein Auto. Elektro-Lastenräder für den klimafreundlichen Einsatz im Kuriermarkt. Berlin.
- Guell, C.; Panter, J.; Ogilvie, D. (2013): Walking and cycling to work despite reporting an unsupportive environment: insights from a mixed-method exploration of counterintuitive findings. In: BMC Public Health 13 (497), 1-10.
- Handrick, J. (2009): Öffentliche Fahrradverleihsysteme und ÖPNV. Diplomarbeit an der Technischen Universität Dresden.
- Heckmann, U. (2011): Fahrradverleihsystem regional gedacht. metropolraduhr. Vortrag beim Nationalen Radverkehrskongress Nürnberg am 30. Mai 2011.
- Heimann, D. (2010): Sustainable Urban Transport: Bus Rapid Transit and Cycling in China – The Case of Guangzhou. Diplomarbeit an der Universität Trier.
- Heiner, S. (2014): Velib: Quite possibly the best way to get around Paris.
<http://parisfootwalks.com/velib-quite-possibly-best-way-get-around-paris> (13.07.2016).
- Helfrich, S. (2012): Commons. Für eine neue Politik jenseits von Markt und Staat. Bielefeld.
- Høj, S. (2011): So not spring.
http://classiccopenhagen.blogspot.de/2011_05_01_archive.html (13.07.2016).
- ITDP – Institute for Transportation & Development Policy (2013): The Bike-share Planning Guide. New York.
- Knie, A. (2009): Call a Bike – Öffentliche Verleihsysteme als Bestandteil des traditionellen ÖPNV? DB Rent GmbH. Berlin.
- Kugel, S. (2013): After the Thaw: Outdoor Fun in Berlin.
http://frugaltraveler.blogs.nytimes.com/2013/05/28/after-the-thaw-outdoor-fun-in-berlin/?_php=true&_type=blogs&_php=true&_type=blogs&ref=travel&r=1 (13.07.2016).
- Lanzendorf, M. (2001): Freizeitmobilität. Unterwegs in Sachen sozial-ökologischer Mobilitätsforschung. Trier. = Materialien zur Fremdenverkehrsgeographie 56.
- Larsen, J. (2013): Bike-Sharing Programs Hit the Streets in Over 500 Cities Worldwide.
http://www.earth-policy.org/plan_b_updates/2013/update112 (12.07.2016).
- Lee, R. (2006): The ordinary economy: tangled up in values and geography. In: Transactions of the Institute of British Geographers 31 (4), 413-432.
- Leonard, A. (2014): You're not fooling us, Uber! 8 reasons why the "Sharing Economy" is all about corporate greed.
http://www.salon.com/chromeo/article/youre_not_fooling_us_uber_8_reasons_why_the_sharing_economy_is_all_about_corporate_greed (13.07.2016).
- Mädling, H. (2011): Große Trends. In: ARL – Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.): Grundriss der Raumordnung und Raumentwicklung. Hannover, 21-40.
- Martens, K. (2007): Promoting bike-and-ride: The Dutch experience. In: Transportation Research Part A: Policy and Practice 41 (4), 326-338.
- Meschnik, M.; Trunk, G. (2011): Costs of Bicycle Traffic for the Overall Economy – Comparing economic effects of bicycle- and car-traffic in Vienna. Beitrag präsentiert auf der Velo City, Sevilla, 23. März 2011.
- Midgley, P. (2009): The Role of Smart Bike-sharing Systems in Urban Mobility. In: Journeys: Sharing Urban Transport Solutions 2, 23-31.
- Midgley, P. (2011): Bicycle-Sharing Schemes: Enhancing Sustainable Mobility in Urban Areas. New York.
- Mlasowsky, H.; Perpelea, M.; Contadini, M.; Canali, P.; Di Majo, C.; Groenerboom, L.; Marconi, F.; Petrini, V.; Verdi, A.; Mancini, L.; Perslow, H. (2008): Bike sharing – Key findings and recommendations. Göteborg.

- https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/spicycycles_key_findings_and_recommendations.pdf (13.07.2016).
- Monheim, H.; Muschwitz, C.; Reimann, J.; Streng, M. (2011): Statusanalyse Fahrradverleihsysteme. Potenziale und Zukunft kommunaler und regionaler Fahrradverleihsysteme in Deutschland. Trier.
- Monheim, H.; Muschwitz, C.; Reimann, J.; Streng, M. (2012): Fahrradverleihsysteme in Deutschland. Relevanz, Potenziale und Zukunft öffentlicher Leihfahrräder. Köln.
- OBIS – Optimising Bike Sharing in European Cities (2011): Optimising Bike Sharing in European Cities. A Handbook. Berlin.
- Perschon, J. (2012): Nachhaltige Mobilität. Handlungsempfehlungen für eine zukunftsfähige Verkehrsgestaltung. Bonn. = Policy Paper der Stiftung Entwicklung und Frieden 36.
- Puhe, M.; Wieskotten, G. (2009): Der Einsatz von Fahrrädern und Fahrradleasing im kommunalen und betrieblichen Mobilitätsmanagement. Diplomarbeit an der Universität Trier.
- Randelhoff, M. (2013): Was macht ein öffentliches Fahrradverleihsystem erfolgreich?
<http://www.zukunft-mobilitaet.net/40425/urbane-mobilitaet/erfolgsk Faktoren-bikesharing-systemeigenschaften-oeffentliche-fahrradverleihsysteme-itdp> (13.07.2016).
- Raviv, T.; Tzur, M.; Forma, I. (2013): Static Repositioning in a Bike-Sharing System: Models and Solution Approaches. In: EURO Journal on Transportation and Logistics 2 (3), 187-229.
- Reimann, J. (2010): Öffentliche Fahrradverleihsysteme in Deutschland – Relevanz und Potenziale aus Sicht der Akteure. Diplomarbeit an der Universität Trier.
- Reuter, C. (2012): Handlungsansätze zur Mobilitätssicherung im demografischen Wandel. In: Deutsche Gesellschaft für Demographie (Hrsg.): Schrumpfend, alternd, bunter? Antworten auf den demographischen Wandel. Bonn, 130-135.
- Reutter, O.; Koska, T.; Bierwirth, A.; Bunse, M.; Mattner, T. (2009): Wettbewerbsdokumentation „Innovative öffentliche Fahrradverleihsysteme“ – Neue Mobilität in Städten. Berlin.
- Rieckmann, T. (2010): Fahrrad-Verleihsysteme: Wie Europas Städte aufs Velo kommen.
<http://www.spiegel.de/auto/aktuell/fahrrad-verleihsysteme-wie-europas-staedte-aufs-velo-kommen-a-716447.html> (13.07.2016).
- Rifkin, J. (2000): The New Capitalism in About Turning Culture into Commerce.
<http://www.uni-muenster.de/PeaCon/dgs-mills/mills-texte/Rifkin-Hypercapitalism.htm> (13.07.2016).
- Sakaria, N.; Gaskins, K.; Stehfest, N. (2014): The New Sharing Economy.
<http://latdsurvey.net/pdf/Sharing.pdf> (13.07.2016).
- Scholl, G.; Gossen, M.; Grubbe, M.; Brumbauer, T. (2013): Vertiefungsanalyse 1: Alternative Nutzungskonzepte – Sharing, Leasing und Wiederverwendung. Berlin.
- Scholl, G.; Schulz, L.; Süßbauer, E.; Otto, S. (2010): Nutzen statt Besitzen. Perspektiven für ressourceneffizienten Konsum durch innovative Dienstleistungen. Wuppertal.
- Schwarzer, C.M. (2014): Der Bahnhof wird zum Switchh-Punkt.
<http://www.zeit.de/mobilitaet/2014-07/switchh-hvv-hamburg> (13.07.2016).
- Shaheen, S.; Guzman, S.; Zhang, H. (2010): Bikesharing in Europe, the Americas, and Asia: Past, Present, and Future. Berkeley.
- Siniawski, A. (2014): Teilen statt Besitzen.
http://www.deutschlandfunk.de/sharing-economy-teilen-statt-besitzen.1148.de.html?dram:article_id=281392 (13.07.2016).
- Sonnberger, M.; Gallego Carrera, D. (2012): Literaturbericht: Konzepte des Kollektivierte Individualverkehrs. Stuttgart.
- Stadt Dortmund, Stadtplanungs- und Bauordnungsamt (2014): metropolradruhr.
http://www.dortmund.de/de/leben_in_dortmund/planen_bauen_wohnen/stadtplanungs_und_bauordnungsamt/stadtplanung/verkehrsplanung/radverkehr_2/metropolradruhr/index.html (13.07.2016).

- Steinschaden, J. (2014): AirBnB braucht ein neues Image, weil es zu sehr um „Economy“ und zu wenig ums „Sharing“ geht.
<http://www.jakkse.com/airbnb-braucht-ein-neues-image-weil-es-zu-stark-um-economy-und-weniger-sharing-geht/> (13.07.2016).
- Sundararajan, A. (2013): From Zipcar to the Sharing Economy.
<http://blogs.hbr.org/2013/01/from-zipcar-to-the-sharing-eco/> (13.07.2016).
- Taubert, G. (2014): Apokalypse jetzt! Wie ich mich auf eine neue Gesellschaft vorbereite. Ein Selbstversuch. Köln.
- Tejvan (2011): Amsterdam White Bicycle Scheme.
<http://cyclinginfo.co.uk/blog/4128/cycling/amsterdam-white-bicycle-scheme> (13.07.2016).
- Thiemann-Linden, J. (2010): Fahrradverleihsysteme in Europa. Berlin.
- Topham, G. (2015): 'Boris bikes' to be painted red under Santander deal.
<http://www.theguardian.com/uk-news/2015/feb/27/london-boris-bikes-painted-red-santander-sponsorship-deal> (13.07.2016).
- Tourisme Montréal (2014): BIXI: Montréal's Public Bike System.
<http://www.tourisme-montreal.org/travel-trade/discover-montreal/montreal-by-theme/seasons/bixi-montreal-s-brand-new-public-bike-system> (13.07.2016).
- Transport for London (2015): London celebrates five successful years of the cycle hire scheme.
<https://tfl.gov.uk/info-for/media/press-releases/2015/july/london-celebrates-five-successful-years-of-the-mayor-s-flagship-cycle-hire-scheme> (12.07.2016).
- UBA – Umweltbundesamt (1997): Nachhaltiges Deutschland. Wege zu einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung. Berlin.
- van den Noort, P.; Gualdi, M.; Spencer, G.; Hideg, R. (2009): Cycling on the Rise. Public Bicycles and Other European Experiences. Rom.
- von Sassen, W. (2009): Öffentliche Fahrradverleihsysteme im Vergleich. Analyse, Bewertung und Entwicklungsperspektiven. Diplomarbeit an der Universität Trier.
- Williams, C. C.; Paddock, C. (2003): The meaning of alternative consumption practices. In: *Cities* 20 (5), 311-319.
- Wohlsen, M. (2013): The Next Big Thing You Missed: The Sharing Economy Goes Corporate.
<http://www.wired.com/2013/12/sharing-economy-goes-corporate> (13.07.2016).
- Wood, J.; Slingsby, A.; Dykes, J. (2011): Visualizing the dynamics of London's bicycle hire scheme. In: *Cartographica* 46 (4), 239-251.
- Zademach, H.-M. (2014): Finanzgeographie. Darmstadt.
- Zademach, H.-M.; Hillebrand, S. (Hrsg.) (2013): *Alternative Economies and Spaces. New Perspectives for a Sustainable Economy*. Bielefeld.
- Zientek, J. (2010): Das interkommunale Fahrradverleihsystem metroradruhr – Potenziale und Optimierungsmöglichkeiten. Diplomarbeit an der Universität Trier.

Autoren

Prof. Dr. **Hans-Martin Zademach** (*1975) ist seit 2009 Inhaber der Professur für Wirtschaftsgeographie der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt. Zuvor war er, nach Studium der Geographie, Volkswirtschaftslehre und Raumplanung in München, Zürich und London, an der Ludwig-Maximilians-Universität München und als Gastwissenschaftler an der London School of Economics, der Copenhagen Business School und der Karls-Universität Prag tätig. In der Forschung befasst sich Hans-Martin Zademach mit Fragen der Geographischen Globalisierungs- und Finanzialisierungsforschung, dem Themenkomplex Regionalentwicklung und Nachhaltigkeit sowie der angewandten Branchen- und Standortforschung.

MSc **Annika-Kathrin Musch** (*1988) ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Mensch-Umwelt-Beziehungen der Ludwig-Maximilians-Universität München. Zuvor absolvierte sie das EU-geförderte Double Degree Masterprogramm „Tourism and Regional Planning – Management and Geography“ (2014) der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt und der Universität Banská Bystrica sowie den Bachelorstudiengang Geographie (2012) der Katholischen Universität. In ihren aktuellen Forschungsarbeiten befasst sich Annika-Kathrin Musch mit Fragen der Nachhaltigkeitstransformation auf regionaler Ebene sowie nachhaltigen Konsumformen.

Christian Jacoby, Sandra Wappelhorst

Potenziale neuer Mobilitätsformen und -technologien für eine nachhaltige Raumentwicklung – Fazit und Ausblick

Gliederung

- 1 Ausgangslage und Forschungsfragen
- 2 Potenziale neuer Mobilitätsformen und -technologien und ihre räumlichen Implikationen
- 3 Mögliche Beiträge zu einer nachhaltigen Mobilitäts- und Raumentwicklung
- 4 Strategien, Programme und Pläne zur Nutzung der Potenziale für eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung
- 5 Handlungsmöglichkeiten der Raumplanung (Raumordnung und Regionalentwicklung)
- 6 Forderungen an Politik und Planung
- 7 Ausblick

Literatur

Kurzfassung

Dieser Beitrag fasst in einem Fazit wichtige Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Arbeitsgruppe „Potenziale neuer Mobilitätsformen und -technologien für eine nachhaltige Raumentwicklung“ zusammen und gibt einen kurzen Ausblick auf die weitere Entwicklung in diesem Feld. Nach einem Abriss der Potenziale neuer bzw. alternativer Mobilitätsformen und -technologien werden ihre möglichen Beiträge zu einer nachhaltigen Mobilitäts- und Raumentwicklung diskutiert, vorhandene Strategien, Programme und Pläne in diesem Bereich bewertet, Handlungsmöglichkeiten der Raumplanung, insbesondere der Raumordnung und Regionalentwicklung, aufgezeigt und schließlich aus den Befunden Forderungen an Politik und Planung abgeleitet. Ein kompakter Ausblick am Ende des Beitrags versucht, wesentliche Rahmenbedingungen und Herausforderungen für die zukünftige Mobilitätsentwicklung als wichtigen Baustein einer nachhaltigen Raumentwicklung zu kennzeichnen.

Schlüsselwörter

Mobilität – Verkehrstechnologien – Raumentwicklung – Nachhaltigkeit – Verdichtungsräume – ländliche Räume

Potential of new forms of mobility and mobility technologies for sustainable spatial development – Conclusions and outlook

Abstract

The paper summarises the important results and conclusions of the working group “Potentials of new forms of mobility and mobility technologies for sustainable spatial development” and provides a short overview of further developments in this field. After outlining the potential of new or alternative forms of mobility and mobility technologies, their possible contributions to sustainable mobility and spatial development is discussed, existing strategies, programmes and plans in this area evaluated, possible courses of action for spatial planning and regional development demonstrated, and finally the findings used to derive proposals for policy and planning. A compact overview at the end of the paper attempts to identify important framework conditions and challenges for the future development of mobility as an important component of sustainable spatial development.

Keywords

Spatial mobility – transportation technologies – spatial development – sustainability – urban agglomerations – rural areas

1 Ausgangslage und Forschungsfragen

Mobilitätsformen und insbesondere Mobilitätstechnologien unterliegen zurzeit erheblichen Veränderungsprozessen. Diese sind nicht zuletzt eng verknüpft mit zunehmenden umweltpolitischen Anforderungen, speziell resultierend aus der „Energiewende“ und der Klimaschutzpolitik, aber auch mit der rasanten Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien und ihrer mobilen Anwendung. Die Innovationen in diesen Bereichen, insbesondere die zunehmende Bedeutung von Sharing-Angeboten (Car-sharing, Bikeshaaring, Rollershaaring) sowie der Elektromobilität, bergen erhebliche Potenziale für die Umsetzung des Leitbildes einer nachhaltigen Raumentwicklung. Entsprechend muss es Aufgabe der Raumordnung und Regionalentwicklung sein, die Nutzung dieser Potenziale planerisch-konzeptionell zu unterstützen. Es gilt im Sinne einer nachhaltigen Raumentwicklung, die Ressourceneffizienz bezüglich der Energie- und Flächennutzung zu steigern, die Natur und Landschaft zu schützen, Gesundheitsvorsorge für die Bevölkerung gerade in hoch belasteten urbanen Gebieten zu verstärken und die sozialräumlichen Anforderungen einer öffentlichen Daseinsvorsorge insbesondere in vom demografischen Wandel betroffenen strukturschwachen ländlichen Räumen wirksam anzugehen.

Innerhalb der Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL), Landesarbeitsgemeinschaft (LAG) Bayern, hat sich eine Arbeitsgruppe mit folgenden Kernfragen auseinandergesetzt:

- Welche Potenziale, Ausprägungen und insbesondere auch räumlichen Implikationen weisen diese neuen Mobilitätsformen und -technologien im Einzelnen auf?
- Welche Beiträge kann die Nutzung dieser Potenziale zu der Förderung einer nachhaltigen Mobilitäts- und Raumentwicklung leisten und welche Ziele und Strategien verfolgen Politik und Planung in diesem Handlungsfeld?

- Welche Chancen und Risiken sind mit den neuen Mobilitätsformen und -technologien insbesondere auch für unterschiedliche Strukturräume (Verdichtungs-räume/ländliche Räume) verbunden?
- Welche Möglichkeiten hat die Raumplanung (insbesondere die Raumordnung und Regionalentwicklung), die diesbezügliche Entwicklung auf den verschiedenen Ebenen und in unterschiedlichen Akteurskonstellationen koordinierend und steuernd oder zumindest moderierend und fördernd zu begleiten?

2 Potenziale neuer Mobilitätsformen und -technologien und ihre räumlichen Implikationen

Die Potenziale der neuen Mobilitätsformen und -technologien sind in jedem Falle beträchtlich: Flexiblere und damit für Nutzer attraktivere und für Verkehrsdienstleister wirtschaftlichere Bedienformen des öffentlichen Verkehrs werden durch Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien, insbesondere des mobilen Internets (in Verbindung mit GPS-Technologie, Geodaten-Infrastruktur und Navigationssystemen), möglich. Davon profitieren vor allem ländliche Räume, in denen mit ÖPNV-Angeboten wie dem „Flexi-Bus“ oder dem „Kombi-Bus“ dem Rückzug des öffentlichen Verkehrs in der Fläche entgegengewirkt und Erreichbarkeiten, gerade auch für jüngere und ältere Menschen ohne eigenes Auto, auch in Verbindung mit intermodalen Verkehrsangeboten wieder verbessert werden. Die Nutzung dieser Potenziale kann speziell bei der Zielgruppe der älteren Menschen noch gesteigert werden, wenn diese über Informations- und Schulungsmaßnahmen noch besser an die modernen IKT-gestützten Mobilitätsangebote herangeführt werden (vgl. den Beitrag von Maier in diesem Band). Auch nutzerfreundliche Angebote wie integrierte E-Tickets, mit denen sich Verkehrsmittel des ÖPNV wie auch von Carsharing-Unternehmen oder Fahrrad- und Rollerverleihsystemen von einem Verkehrsverbundraum bis deutschlandweit gleichermaßen buchen und bargeldlos bezahlen lassen, können zu einer vermehrten Nutzung dieser umweltfreundlicheren Mobilitätsformen beitragen.

Ressourcenschonende und insbesondere flächensparende Mobilitätsangebote wie das Car-, Bike- und Rollersharing werden nicht zuletzt mithilfe moderner Informations- und Kommunikationstechnologien zu wichtigen Bausteinen einer zunehmend multilokalen Gesellschaft, in welcher sich die „Sharing Economy“ (auch „Collaborative Economy“ genannt) in verschiedenen Formen ausbreitet (Gsell/Dehoust/Hülsmann et al. 2015). Der Besitz eines Automobils – auch als Statussymbol – verliert demgegenüber allmählich an Bedeutung, das Mobilitätsverhalten verändert sich in Richtung einer multi- und intermodalen Verkehrsmittelnutzung (vgl. den Beitrag von Jacoby/Braun in diesem Band).

Die kommerziellen Angebote von Carsharing-Systemen konzentrieren sich bisher vor allem in städtischen Gebieten, da hier einerseits die höhere Einwohnerdichte mit einer (potenziell) höheren, wirtschaftlicheren Nutzerdichte einhergeht und andererseits die urbane Flächenknappheit und das entsprechend hohe Immobilienpreisniveau einen großen Anreiz liefern, auf den Besitz eines eigenen Autos (und Stellplatzes) zu verzichten. In ländlichen Räumen bestehen jedoch neben dem privaten Carsharing auch Potenziale auf Basis alternativer, z. B. genossenschaftlicher Modelle (vgl. den Beitrag Bogenberger/Weikl/Schmöller/Müller in diesem Band).

Auch die noch relativ neuen Angebote an öffentlichen Fahrrad- und Rollerverleihsystemen konzentrieren sich bisher in den größeren Städten. Weltweit ist dabei die Entwicklung und Anwendung unterschiedlicher (Betreiber-)Modelle und Organisationsfor-

men zu beobachten, wobei neben klassischen unternehmerischen Marktteilnehmern auch alternative Organisationsformen, gerade auch in ländlichen Räumen, eine größere Bedeutung erlangen können. Entscheidend für den Erfolg, das heißt eine hohe Nutzungsrate der Verleihsysteme, ist ihre Etablierung als multimodale Mobilitätsoption in einem Verbund der verschiedenen Verkehrsträger, insbesondere des öffentlichen Verkehrs (vgl. den Beitrag Zademach/Musch in diesem Band).

Neue bzw. neuartige Antriebstechnologien wie insbesondere die Elektromobilität mit rein batteriebetriebenen elektrischen Motoren und zunehmend leistungsfähigeren Akkumulatoren zur Erzielung immer höherer Reichweiten können – unter bestimmten Bedingungen – die aktuellen Anforderungen an den Umwelt- und Klimaschutz sowohl in der globalen als auch der regionalen bzw. lokalen Dimension (insbesondere auch bezüglich der Luftreinhaltung in den städtischen Gebieten) besser erfüllen. In einer gegebenenfalls auch länger währenden Übergangsphase werden mit hybriden Antriebsaggregaten (Verbrennungs- und Elektromotor in Kombination) partielle Fortschritte hinsichtlich Energieverbrauch und Schadstoffemissionen erreicht (vgl. die Beiträge Jacoby/Braun und Ebert in diesem Band).

Der bisherige Aufbau der für die Elektromobilität erforderlichen, öffentlichen Ladeinfrastruktur konzentriert sich entsprechend den bisherigen räumlichen Nutzungsschwerpunkten auf die größeren Städte und auf Rastanlagen entlang der Autobahnen. Öffentliche Ladesäulen sind dagegen in ländlichen Räumen noch kaum verfügbar. Dennoch birgt die Elektromobilität auch große Potenziale für ländliche Räume, in denen der Strom für Elektrofahrzeuge dezentral bzw. im Eigenbetrieb mittels Biomasse-, Photovoltaik- und Windkraftanlagen gewonnen werden kann und damit die in diesen Räumen vergleichsweise höheren Wegedistanzen umweltfreundlich und wirtschaftlich bewältigt werden können. Darüber hinaus verändert die Umstellung der Automobilindustrie auf die Technologie der Elektromobilität auch die räumlichen Produktions- und Lieferstrukturen, was durchaus auch Chancen für ländliche Räume eröffnen kann (vgl. den Beitrag Weber in diesem Band).

Während die Steigerungsraten bezüglich der Zulassung von Elektroautos in den letzten Jahren noch sehr bescheiden ausfallen – im Januar 2016 waren in Deutschland lediglich 25.502 rein elektrisch betriebene Fahrzeuge zugelassen (KBA 2016) – und die für das Jahr 2020 politisch proklamierte Eine-Million-Marke (Bundesregierung 2009: 18; Bundesregierung 2011: 10) noch lange nicht erreicht ist, boomt demgegenüber gerade auch in Deutschland der Verkauf von Elektrofahrrädern, insbesondere von sogenannten Pedelecs. Diese stellen eine Erweiterung des verkehrlichen Umweltverbunds dar und können dank höherer Reichweiten den Fahrradanteil am Modal Split noch deutlich vergrößern (vgl. den Beitrag Klein in diesem Band).

Weitere alternative Antriebstechnologien wie verschiedene gasbetriebene Verbrennungsmotoren stehen seit Längerem als umweltfreundliche Alternativen zur Verfügung, haben aber offensichtlich nicht das Potenzial, die herkömmlichen Benzin- und Dieselmotoren zu verdrängen. Die neue, noch kaum zum praktischen Einsatz gekommene Technologie der Brennstoffzelle mit Wasserstoffstrom lässt zwar erhebliche Umweltentlastungspotenziale erkennen, scheint im Wettrennen mit dem Batteriestrom jedoch zunehmend ins Hintertreffen zu geraten. Zurzeit kann allerdings niemand sagen, welche dieser beiden konkurrierenden Technologien langfristig das Rennen machen wird oder ob es sogar zu einer parallelen Entwicklung und Anwendung beider Technologien kommen kann (ähnlich wie der bisher parallele Einsatz von Benzin- und Dieselmotoren).

Ein weiteres bedeutsames Feld im Bereich der Mobilitätsentwicklung stellt die Vernetzung des Automobils mit seiner Umwelt (mit anderen Kfz, Elementen der Verkehrsinfrastruktur, Verkehrsleitzentralen etc.) dar, welche schließlich zum „Autonomen Fahren“ führt. Auch diese Entwicklung, die im Vergleich zur Elektromobilität mindestens von ebenso hohem politischem und wirtschaftlichem Interesse ist, lässt durchaus Potenziale – Chancen wie Risiken – für eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung erkennen (soziale Aspekte, Gesundheit/Sicherheit, Entschleunigung, Stauvermeidung, höhere Auslastung der Straßen, aber auch Datenschutzprobleme, Haftungsfragen). Eine ausführliche Behandlung dieses Themenfelds ist jedoch in der Arbeitsgruppe und damit auch in diesem Berichtsband nicht erfolgt.

Auch auf die Angebote der gewerblichen Fernbus-Unternehmen, welche seit wenigen Jahren in Ergänzung wie auch Konkurrenz zu den Fernverbindungen der Deutschen Bahn den Verkehrsmarkt bereichern, konnte in diesem Band nicht näher eingegangen werden. Aufgrund der durchschnittlich hohen Belegungszahlen und dem damit geringen Energiebedarf bzw. Schadstoffausstoß pro Personenkilometer stellt der Fernbus als umweltfreundlicher Verkehrsträger einen wichtigen Baustein einer nachhaltigen Mobilitätsentwicklung dar, wobei auch hier potenzielle Konflikte wie Umweltbeeinträchtigungen bei zentralen, innerstädtischen Fernbus-Bahnhöfen nicht zu vernachlässigen sind.

Schließlich musste die Betrachtung des Güterverkehrs in der Arbeitsgruppe und damit auch in diesem Bericht weitestgehend ausgespart bleiben, auch wenn in diesem, von hoher Wachstumsdynamik, Ressourcenverbrauch und Umweltkonflikten gekennzeichneten Bereich Innovationen für eine nachhaltige Entwicklung dringend benötigt werden. Der Einsatz von Lieferfahrzeugen und Lastenfahrrädern mit Elektroantrieb insbesondere für den städtischen Lieferverkehr soll als Potenzial an dieser Stelle zumindest nicht unerwähnt bleiben (vgl. Aichinger 2014).

3 Mögliche Beiträge zu einer nachhaltigen Mobilitäts- und Raumentwicklung

Unterschiedliche Potenziale (Chancen und Risiken) der neuen Mobilitätsformen und -technologien für die Förderung einer nachhaltigen Raumentwicklung allgemein und für die Regionalentwicklung speziell in den ländlichen Räumen sind in Teilen erkennbar, aber insgesamt noch nicht ausreichend erforscht.

Neue Mobilitätsformen wie flexible, bedarfsorientierte Angebote des ÖPNV und von Car-, Bike- und Rollersharing-Unternehmen können in erheblichem Maße zu einer nachhaltigen Mobilitätsentwicklung beitragen, wenn diese nicht in Konkurrenz zu den Verkehrsmitteln des Umweltverbunds (öffentlicher Verkehr, Fuß- und Radverkehr) treten, sondern als Bausteine intermodaler Mobilitätsangebote diese sinnvoll ergänzen. Ein System mit Anrufbussen sollte so beispielsweise keinen regionalen Schienenverkehr ersetzen, sondern diesen durch Generierung zusätzlichen Fahrgastpotenzials stützen.

Carsharing kann zum Flächensparen beitragen, da mit der Reduzierung des Motorisierungsgrads, das heißt dem Verzicht auf private Pkw, der Flächenbedarf für öffentliche und private Stellplätze ein Stück zurückgeht. Weil beim Carsharing überwiegend neue, vergleichsweise verbrauchsarme Fahrzeugflotten einschließlich Elektroautos zum Einsatz kommen, können entsprechende Angebote auch zum Klimaschutz und zur Luftreinhaltung beitragen.

Mitunter wird den Carsharing-Unternehmen vorgehalten, mit ihren Angeboten die Nachfrage nach dem Umweltverbund (ÖPNV, Fuß- und Radverkehr) zu schwächen. Wird andererseits das Carsharing konsequent in intermodale Angebote (z.B. Mobilitätsstationen) eingebunden, könnten entsprechende Angebote sogar zu einer Erhöhung der Anteile von öffentlichem, Fuß- und Radverkehr führen, das heißt, den herkömmlichen, die Umwelt stärker belastenden Anteil des motorisierten Individualverkehrs vermindern. Zu den Konkurrenz- und Synergieeffekten von Carsharing und verkehrlichem Umweltverbund gibt es zwar unterschiedliche, teilweise widersprüchliche Aussagen (vgl. MVV 2015: 24 f.). Allerdings zeigen Studien, die sich eingehend mit Gründen von ersetzten Fahrten und den Auswirkungen auf den ÖPNV auseinandersetzen, dass die Nutzer zu meist nicht vollständig auf das Carsharing umsteigen. Ihre Hauptverkehrsmittel bleiben der ÖPNV bzw. das Fahrrad. Nicht zuletzt auch aufgrund des bislang geringen Carsharing-Anteils am Modal Split besitzen Fahrten, die durch die verschiedenen Carsharing-Systeme ersetzt werden, kaum Relevanz für den öffentlichen Verkehr. Darüber hinaus belegen empirische Untersuchungen von Carsharing-Nutzern im städtischen und ländlichen Raum, dass der ÖPNV für die Nutzer durch das Carsharing sogar an Attraktivität gewinnt (Wappelhorst/Sauer/Hinkeldein et al. 2014; Wolter/Scherf/Steiner 2014).

Auch das private Carsharing sowie die Vermittlung von Mitfahrgelegenheiten können zu einer nachhaltigen Mobilitätsentwicklung beitragen, wenn damit auf Angebotsdefizite des öffentlichen Verkehrs abgestellt und höhere Belegungsgrade in den Pkw erreicht werden.

Speziell die Entwicklung der Elektromobilität ist an verschiedene Voraussetzungen geknüpft, um mit Blick auf die umweltbezogene Gesamtbilanz einer Lebenszyklusanalyse von Elektrofahrzeugen einen Beitrag zu einer umweltverträglichen und nachhaltigen Mobilitätsentwicklung in urbanen wie auch ländlichen Gebieten leisten zu können:

- Konsequente Nutzung der erneuerbaren Energien, die den Ausbau regenerativer Energieerzeugung, -übertragung und -speicherung erfordert. Nur bei Nutzung von 100 % erneuerbarer Energie hat das Elektroauto gegenüber dem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor einen Umweltvorteil, und das auch derzeit erst bei einer Fahrleistung von mehr als 30.000 km/Jahr, da die Produktion der Batterien bisher eine vergleichsweise schlechte Ökobilanz aufweist.
- Entwicklung der Fahrzeugflotten mit verbrauchsarmen, effizienten Antrieben und Einsatz moderner Konstruktionstechnologien im Fahrzeugbau (insbesondere Leichtbauweise) ohne parallele Erhöhung der Fahrzeuggrößen (Massen) und Motorleistungen (Vermeidung des „Rebound-Effekts“).
- Schaffung einer flächendeckenden und hinsichtlich der Ladezeiten attraktiven Ladeinfrastruktur mit Strom aus erneuerbaren Energien, welche möglichst dezentral „in der Fläche“ erzeugt und (zwischen-)gespeichert werden (Bio-, Solar- und Windenergie). Ländliche Räume können diesbezügliche Vorteile (u. a. autarke Systeme mit Solarenergienutzung bei Einfamilienhäusern) ausspielen, sofern die Reichweite von batteriegespeisten Elektroautos noch erhöht werden kann. Der Ausbau der öffentlichen Ladeinfrastruktur muss trotz geringerer Nutzungsdichten auch in ländlichen Räumen gefördert werden.
- Sicherstellung, dass der Ausbau der Elektromobilität nicht zulasten des verkehrlichen Umweltverbunds, also der umweltfreundlicheren Verkehrsmittel des öffentlichen Verkehrs sowie des Fuß- und Radverkehrs erfolgt. Eine Freigabe von viel genutzten Busspuren für Elektro-Pkw erscheint insofern im Hinblick auf die Umwelt kontrapro-

duktiv. Dagegen ist es sinnvoller zu prüfen, inwieweit neben den elektrisch betriebenen Bahnen verstärkt auch Elektrobusse eingesetzt werden können (vgl. z. B. entsprechende Versuche in Hamburg).

Der Ausbau der Elektromobilität ist insbesondere für größere Städte mit regelmäßig überschrittenen Luftschadstoffgrenzwerten von besonderer Bedeutung, weshalb hier auch zunehmend kommunale Förderprogramme für eine bezuschusste Beschaffung von Elektrofahrzeugen aufgesetzt werden (so z. B. in München).

Neue Mobilitätsformen und -technologien können über eine umweltfreundliche Mobilitätsentwicklung hinaus die Umsetzung des Leitbilds der nachhaltigen Raumentwicklung fördern, wenn ihre ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Chancen nicht nur in Verdichtungsräumen genutzt, sondern auch in ländlichen Räumen zur Geltung gebracht werden. Mögliche Beiträge zur Umweltentlastung und Flächennutzungseffizienz stehen in den urbanen Gebieten im Vordergrund, eine mögliche Verbesserung der Erreichbarkeitsverhältnisse in den ländlichen Räumen. Eine postfossile Mobilitätskultur, verbunden mit dem Umbau zu einer auf erneuerbaren Energien basierenden Energieversorgung sowie dem Ausbau des Breitbandnetzes, forciert die wirtschaftliche Entwicklung sowie den technologischen Fortschritt gerade auch in ländlichen Räumen und trägt damit auch in eher strukturschwachen Gebieten zur regionalen Wertschöpfung bei.

Auch bei konsequentem Ausbau der Elektromobilität und Förderung eines umweltfreundlichen Verkehrsverhaltens wird in den Wachstumsregionen Deutschlands (weltweit umso mehr) eine bauliche Ergänzung der Infrastruktur für den ÖPNV, insbesondere auch den schienenengebundenen Nahverkehr, unausweichlich sein. Und sollen die weiter verdichteten Metropolkerne bzw. Innenstädte in Zukunft nicht im Individualverkehr ersticken, müssen mutige verkehrspolitische Entscheidungen für eine nachhaltige urbane Mobilität getroffen werden: Konzepte wie die Citymaut, eine flächenhafte Verkehrsberuhigung (Tempo 30), Priorisierung des Fuß- und Radverkehrs mit entsprechender Umwidmung von Verkehrsflächen (vgl. Buhl 2014) und vieles mehr müssen dann ernsthaft diskutiert, raumspezifisch konkretisiert und praktisch umgesetzt werden.

4 Strategien, Programme und Pläne zur Nutzung der Potenziale für eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung

Eine „intelligente Mobilität“, welche die ökonomischen, ökologischen und sozialen Belange im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung besser als bisher in Einklang bringt, ist eine der prioritären Zukunftsaufgaben, welche die Bundesregierung in ihrer „Hightech-Strategie“ herausstellt und in diversen Programmen unter verschiedenen Blickwinkeln (Wirtschaft, Energie, Umwelt und Klima, Gesundheit und Daseinsvorsorge) thematisiert (Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität von 2009, Regierungsprogramm Elektromobilität von 2011, Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie von 2013, Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 von 2014 u. a.).

Zielsetzungen einer nachhaltigen Mobilitätsentwicklung sind bereits seit Langem nicht zuletzt auch im Raumordnungsrecht verankert. So wird im § 2 des Raumordnungsgesetzes wie auch in Art. 6 des Bayerischen Landesplanungsgesetzes gefordert, die räumlichen Voraussetzungen für nachhaltige Mobilität einschließlich eines integrierten Verkehrssystems zu schaffen, speziell auch für die Verlagerung des Verkehrs auf umweltverträglichere Verkehrsträger, und allgemein die Raumstrukturen so zu gestalten, dass die Verkehrsbelastung verringert und zusätzlicher Verkehr vermieden wird. Mit Blick auf die öffentliche Aufgabe der Daseinsvorsorge soll nicht zuletzt eine gute Erreichbarkeit der

Zentralen Orte, insbesondere mit öffentlichen Verkehrsmitteln, gewährleistet werden. Gleichzeitig gilt als raumordnerischer Grundsatz einer nachhaltigen Raumentwicklung, die Flächenneuanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrszwecke zu vermindern.

Die Realität erscheint von diesen Zielsetzungen weit entfernt. Der Personen- und insbesondere auch Güterverkehr (letzterer wurde in diesem Berichtsband nicht vertiefend betrachtet) wird in den nächsten 20 bis 30 Jahren in vielen Teilräumen Deutschlands weiter zunehmen. Dabei werden im Personenverkehr trotz fortschreitender räumlicher Konzentration der Siedlungsentwicklung speziell auch die Pendlerverkehre noch ansteigen (vgl. Buthe/Jakubowski/Winkler 2014).

Die vertiefte Auseinandersetzung mit den formellen und informellen Gesetzes-, Plan- und Politikgrundlagen zeigt, dass in jüngerer Vergangenheit vielfältige Schritte unternommen worden sind, um die Potenziale neuer Mobilitätsformen und -technologien wie insbesondere der Elektromobilität flächendeckend auszuschöpfen und damit wichtige Schritte in Richtung einer postfossilen, nachhaltigen Mobilitätskultur in allen Strukturräumen einzuleiten. Die Analyse der Gesetzes- und Planwerke auf Bundes- und Landesebene in Bezug auf das Thema nachhaltige Mobilität im Allgemeinen und das Thema Elektromobilität im Speziellen macht aber auch deutlich, dass diese bislang weder der Elektromobilität zum Durchbruch verhelfen noch einen durchschlagenden Erfolg aus raumordnerischer Sicht zur Förderung einer nachhaltigen Raumentwicklung, insbesondere auch zur Herstellung gleichwertiger Lebensbedingungen in unterschiedlichen Strukturräumen, erzielen konnten. Vielmehr zeigen die Zahlen, dass der motorisierte Verkehr auf Basis der herkömmlichen Verbrennungstechnologien weiterhin wächst, sowohl in den urbanen Räumen als auch speziell in ländlichen Gebieten, in denen die Angebote des öffentlichen Verkehrs in der Tendenz immer weiter zurückgehen. Ein Paradigmenwechsel in Richtung einer postfossilen Mobilitätskultur, speziell auch mit Blick auf das Thema Elektromobilität, ist bislang nicht in Sicht (vgl. die diesbezüglichen Ergebnisse im Beitrag Wappelhorst in diesem Band).

Auch die auf Elektromobilität ausgerichteten Forschungsprojekte und Modellvorhaben zeigen, dass diese bisher wenig Einfluss auf das Mobilitätsverhalten hatten und bislang nur bedingt dazu beitragen konnten, Veränderungsprozesse in Richtung einer dauerhaft nachhaltigen Mobilitätskultur zu erzielen. So sind die ökologischen, ökonomischen und sozialen Ziele gemessen an dem, was bislang erreicht wurde, noch lange nicht umgesetzt. Darüber hinaus ist aus der Governance-Perspektive eine Vielzahl von Akteuren in unterschiedlichen Ressorts und mit zum Teil divergierenden Interessenlagen mit dem Thema betraut, ohne dass ein intensiver Austausch oder effektive Kooperationen in horizontaler oder vertikaler Hinsicht stattfinden. Bei den komplexen Akteurs- und Organisationsstrukturen auf den unterschiedlichen Handlungsebenen mangelt es an einem integrierten System bzw. einer koordinierenden Anlaufstelle, welche Handlungsbereiche wie das Thema Elektromobilität bündelt, wirtschafts-, raumordnungs- und umweltpolitisch abgestimmte Grundsatzaussagen und Zielformulierungen festlegt und in die Umsetzung bringt. Die Nationale Plattform Elektromobilität (NPE)¹ konnte diese Aufgaben bisher allenfalls in Ansätzen erfüllen.

Die verstärkte Nutzung neuer Mobilitätsformen und -technologien wird derzeit noch teilweise durch rechtliche Vorgaben eher behindert als gefördert. Darüber hinaus decken sich die Gesetzesgrundlagen sowie planerische Aussagen in den formellen und informellen Planwerken nur bedingt mit der Planungsrealität bzw. -praxis. Häufig fehlt es

¹ Vgl. <http://nationale-plattform-elektromobilitaet.de/> (14.07.2016).

am Willen und Mut der politischen Akteure, das Thema mittel- bzw. langfristig aktiv voranzutreiben, insbesondere dann, wenn Forschungsprogramme und damit finanzielle Unterstützung von staatlicher Seite auslaufen.

5 Handlungsmöglichkeiten der Raumplanung (Raumordnung und Regionalentwicklung)

Eine integrierte und nachhaltige Mobilitätsentwicklung stellt die Verkehrspolitik auch zukünftig vor zentrale Herausforderungen. Vor dem Hintergrund des Klimawandels und der Verknappung fossiler Energieträger wird es auch in Zukunft notwendig sein, Strategien und Konzepte zu entwickeln, die eine integrierte, vernetzte und nachhaltige Mobilität sicherstellen. Dazu bedarf es aus raumordnerischer Sicht einer Differenzierung nach strukturräumlichen Unterschieden, um bedarfsgerechte Mobilitätsangebote zu schaffen und eine nachhaltige Mobilität in allen Landesteilen zu sichern.

Die neuen Potenziale moderner Formen und innovativer Technologien einer intelligenten Mobilität stoßen auf regional unterschiedliche Rahmenbedingungen für die Mobilitätsnachfrage und das Verkehrsaufkommen. Neben den überregionalen Relationen prägen vor allem die divergierenden Ausprägungen der Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung von Verdichtungsregionen und ländlichen Räumen mit ihren unterschiedlichen Siedlungsdichten und Erreichbarkeiten das regionale Verkehrsaufkommen und die Verkehrsmittelwahl.

Die Frage, wie die Raumplanung (Raumordnung und Regionalentwicklung) die Entwicklung und Ausbreitung neuer Mobilitätsformen und -technologien zur Förderung einer nachhaltigen Raumentwicklung unterstützen bzw. koordinieren könnte, wird allerdings bisher kaum gestellt. Die Möglichkeiten der Raumplanung, die Prozesse zur Umsetzung einer nachhaltigen Mobilität im Allgemeinen und der Elektromobilität im Speziellen zu unterstützen oder zu koordinieren bzw. hierbei steuernd oder rahmensetzend einzugreifen, erscheinen auch derzeit deutlich begrenzt.

Speziell für die formelle Raumordnung (Landes- und Regionalplanung) werden nur geringe Ansatzpunkte für eine direkte Unterstützung nachhaltiger Mobilitätsformen und -technologien durch Festlegung entsprechender Ziele und Grundsätze der Raumordnung in verbindlichen Landesentwicklungs- und Regionalplänen gesehen. Auf kommunaler Ebene sind dagegen die Planungs- und Handlungsspielräume deutlich größer (vgl. Landeshauptstadt München 2015).

Eine indirekte raumordnerische Unterstützung insbesondere durch die Steuerung der Siedlungsstruktur (Ausweisung von Zentralen Orten, Steuerung der Siedlungsflächenentwicklung durch Gebietsausweisungen und/oder Festlegung von Dichtewerten im Sinne der dezentralen Konzentration der Siedlungsentwicklung an leistungsfähigen, möglichst schienengebundenen Achsen des ÖPNV) trägt jedoch zur nachhaltigen Mobilitätsentwicklung erheblich bei.

Möglichkeiten der Unterstützung neuer Mobilitätsformen und -technologien zur Förderung einer nachhaltigen Raumentwicklung haben Raumordnung und Regionalentwicklung vor allem im informellen Bereich. Neben der Ausschöpfung ihrer Informations-, Impulsgeber- und Moderationsfunktionen, die gerade auch durch moderne Formen des Regional Governance in urbanen wie auch ländlichen Räumen wahrgenommen werden (z. B. Aktivitäten metropolitaner Zusammenschlüsse wie der Europäischen Metropolregion München (EMM) oder im Rahmen Integrierter Ländlicher Entwicklungskonzepte (ILEK)), können auch Regionale Planungsverbände mit der Aufstellung von regionalen

Mobilitätskonzepten, die mit einem breiteren, strategischen Ansatz über die Inhalte einer klassischen, auf Infrastrukturausbau fokussierten Verkehrsentwicklungsplanung hinausgehen, einen planerisch-konzeptionellen Beitrag zur Förderung einer nachhaltigen Mobilitätsentwicklung und zur Koordinierung entsprechender raumrelevanter Maßnahmen leisten. Als Vorbilder für solche regionalen Mobilitätskonzepte lassen sich die strategischen urbanen Mobilitätspläne heranziehen, die seit einigen Jahren als „Strategic Urban Mobility Plans (SUMP)“ von der EU gefördert (Europäische Kommission 2011: 13 f.; FGSV 2013) und seit Kurzem auch als „Poly-SUMP“ für polyzentrische Regionen propagiert werden (European Commission 2014).

Das Handlungsfeld der Entwicklung neuer, flexibler Mobilitätsformen in ländlichen Räumen wird bereits seit einigen Jahren im Rahmen von Aktionsprogrammen zur regionalen Daseinsvorsorge in Deutschland und Europa bearbeitet (BMVI 2015a; BMVI 2015b; BMVI 2015c). Aufbauend auf einem Modellvorhaben in Nordfriesland (BMVI 2013) wurden 2015 interessierte Regionen für neue Modellvorhaben „Langfristige Sicherung von Versorgung und Mobilität in ländlichen Räumen“ gesucht. In diesen Modellregionen sollen ab 2016 innovative Konzepte erarbeitet werden, mit denen sowohl die Daseinsvorsorge und Nahversorgung als auch die Mobilität in ländlichen Räumen gewährleistet werden können.² In Ergänzung dieser aktuellen Forschungsaktivitäten in der Raumordnung erscheint ein neues MORO-Programm „Neue Mobilitätstechnologien in ländlichen Räumen“ mit Fokussierung auf die Elektromobilität (Elektroautos und -fahrräder) durchaus erwägenswert.

6 Forderungen an Politik und Planung

Das Ziel einer nachhaltigen Mobilitätsentwicklung verlangt nach einer abgestimmten Strategie mit zwei Handlungsbereichen:

- Nutzung der Potenziale (Effizienz- und Umweltvorteile) neuer Mobilitätsformen und -technologien wie die Elektromobilität oder das Car-, Bike- und Scootersharing durch Ausbau und Förderung der dazu notwendigen Infrastrukturen und Verkehrsmittel (zu den Potenzialen im Einzelnen siehe den Beitrag von Jacoby/Braun in diesem Band). Angekündigte Anreizprogramme zum zeitnahen Ausbau des Elektrofahrzeugmarktes, ob in Form von Kaufanreizen wie in anderen europäischen Staaten teilweise eingeführt (z.B. 5.000 Euro Kaufprämie), von Abschreibungsmodellen, steuerlichen Bonus-Malus-Systemen oder Kombinationen daraus, sollten nunmehr alsbald aufgelegt und praktisch umgesetzt werden. Hinzukommen müsste ein staatlich geförderter, massiver Ausbau der Ladeinfrastruktur sowohl in urbanen Räumen und an Autobahnen als auch in ländlichen Räumen. Die Bereitstellung kostenloser Parkplätze für Elektroautos in den Städten (und auf Kosten der Städte) oder die Öffnung von städtischen Busspuren für Elektrofahrzeuge dürfte allein nicht zur Erreichung der Eine-Million-Zielmarke in 2020 führen.
- Verlagerung des Verkehrsaufkommens bzw. der Verkehrsleistungen vom motorisierten Individualverkehr zum öffentlichen Verkehr sowie Rad- und Fußverkehr (insbesondere in städtischen Gebieten) durch Ausbau und Förderung des verkehrlichen Umweltverbundes mit entsprechenden Infrastrukturmaßnahmen, aber auch einer intelligenten, intermodalen Vernetzung der Mobilitätsangebote (z. B. mittels Mobilitätsstationen, Verbundtickets).

² Vgl. http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Home/Topthemen/versorgung_mobilitaet.html (14.07.2016).

- Neue Mobilitätsformen und -technologien wie E-Mobilitätsangebote zur Umsetzung einer postfossilen Mobilitätskultur und damit auch zur Förderung einer nachhaltigen Raumentwicklung müssen auf allen Ebenen (Bund, Land, Kommune) verankert werden und sind zeitnah in den entsprechenden Gesetzeswerken sowie den formellen und informellen Programmen und Plänen auf den unterschiedlichen räumlichen Ebenen aufzunehmen. Insbesondere vonseiten der Landes-, aber auch der Regionalplanung sollten sie verstärkt Berücksichtigung finden. Handlungsfelder, die die Integration positiv beeinflussen, sind deutlich darauf auszurichten: beispielsweise durch die Konzentration der Siedlungsentwicklung im Sinne Zentraler Orte, um Wegedistanzen zu reduzieren oder die (verbrauchsnahe) Sicherung von Flächen für die Nutzung regenerativer Energiequellen, um zu gewährleisten, dass e-mobile Angebote zu 100 % aus regenerativen Quellen möglichst regionaler Herkunft eingespeist werden. Neben der Verankerung von Maßnahmen in den formellen Planwerken auf Landesebene (Landesentwicklungsprogramme/-pläne, Regionalpläne) bieten sich auch informelle Instrumente wie z. B. landesweite und/oder regionale Mobilitätskonzepte an, um innovative Ideen zu verankern und umzusetzen.
- Im Hinblick auf die Förderung des umweltfreundlichen Radverkehrs sollten regional und interkommunal abgestimmte Konzepte erstellt werden, bei denen Regionale Grünzüge sowie lokale Grünkorridore und stadt-regionale (Schnell-)Radwege integriert sind. Damit lassen sich Klimaschutz und Luftreinhaltung (CO₂-neutrales, schadstofffreies Radfahren) und Anpassung an den Klimawandel (Kalt- und Frischluftbahnen zur Reduzierung der sommerlichen Hitzebelastung in den Kernstädten) räumlich sinnvoll verknüpfen.
- Das Bewusstsein für die Verkehrswende muss bei allen Akteuren weiter ausgebaut werden. Dabei müssen Politik und Planung die entsprechenden Rahmenbedingungen und Möglichkeiten schaffen. Die Umsetzung neuer Mobilitätsformen und -technologien muss von Bürgern, Wirtschaft, Industrie, Wissenschaft, Planung und Politik gleichermaßen getragen und akzeptiert werden. Hierzu bedarf es sowohl des Mutes, Veränderungen herbeizuführen, als auch einer breit angelegten Überzeugungs-, Motivations- und Öffentlichkeitsarbeit. Dazu bieten die vielfältigen Modellprojekte eine gute Ausgangsbasis.

7 Ausblick

Mobilität gewährleistet zum einen Teilhabe am gesellschaftlichen Leben und trägt wesentlich zur ökonomischen Entwicklung eines Landes bei. Zum anderen verursacht die räumliche Mobilität (Verkehr) auch erhebliche Umweltbelastungen wie Bodenversiegelung, Flächeninanspruchnahme, Lärm- und Schadstoffimmissionen, Unfallgefahren und trägt mit zur Klimaerwärmung bei. Das Mobilitätsgeschehen erfährt zurzeit einen tiefgreifenden Wandel: Energie- und umweltpolitische Anforderungen an Mobilitätstechnologien und -dienstleistungen nehmen zu, das Mobilitätsverhalten der Menschen verändert sich und technologische Innovationen führen zu neuen Chancen und Risiken für eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung.

Die zukünftige Entwicklung der verkehrlichen Mobilität und insbesondere der Chancen und Risiken der neuen Mobilitätsformen und -technologien für eine nachhaltige Raumentwicklung sind durch zahlreiche Abhängigkeiten und Unsicherheiten geprägt:

- Energiewende/Klimaschutz (internationale/nationale Politik)
- Preisentwicklung bei den fossilen Energieträgern

- Ausbau der „Erneuerbaren“/dezentralen Energiegewinnung und -versorgung
- Entwicklung von effizienten Energiespeichertechnologien (Batterie, Wasserstoff, Flüssiggas), deren Kostenrelation zu den Verbrennungstechnologien und den Reichweiten entsprechender Elektrofahrzeuge
- Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien und ihrer Anwendung für die intermodale Mobilität und für den Ausbau des verkehrlichen Umweltverbunds (öffentlicher Verkehr, Rad, Fuß)
- Mobilitätsverhalten in Verbindung mit dem Stellenwert des Automobilbesitzes (Sharing Economy) und mit den zunehmenden Möglichkeiten des autonomen Fahrens
- Entwicklung der Siedlungs- und Infrastruktur (Urbanisierung, ländliche Entwicklung) insbesondere im Hinblick auf ÖPNV, Fuß-/Radverkehr)

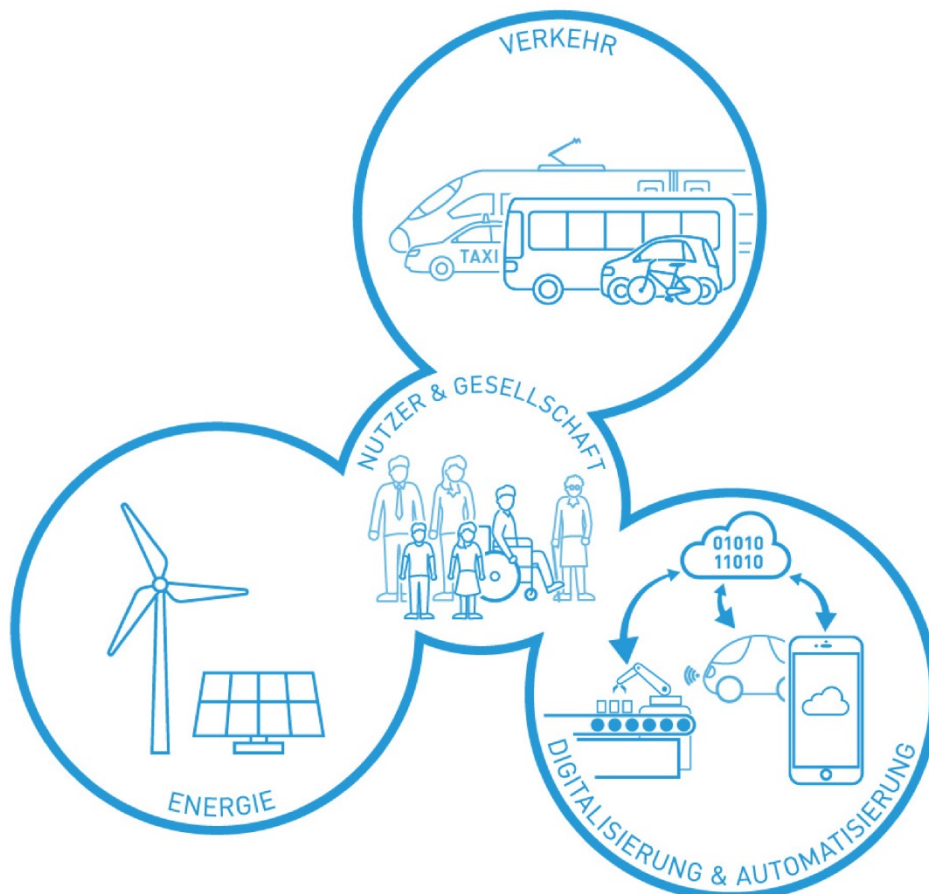
Wie wird sich vor diesem Hintergrund die Mobilität von morgen darstellen (vgl. Abb. 1 und 2)? Welche Potenziale bietet die zunehmende Digitalisierung und wie kann eine bessere Verknüpfung zwischen Verkehrs- und Energiewende stattfinden? Wie werden wir uns fortbewegen und welche Rolle spielt in diesem Zusammenhang die Raumordnung und Regionalentwicklung?

- **Das Ölzeitalter geht zu Ende.** Die Endlichkeit fossiler Brennstoffe und das drängende Erfordernis eines globalen Klimaschutzes machen eine zeitnahe Entwicklung, Förderung und Anwendung von alternativen Antriebstechnologien im Verkehrssektor unausweichlich, insbesondere vor dem Hintergrund, dass der Anteil des Verkehrssektors am Ölverbrauch und an den klimaschädlichen Emissionen hoch ist und sich daran in den vergangenen Jahren wenig geändert hat.
- **Das Auto als Statussymbol hat ausgedient.** Das Auto verliert weiter an Bedeutung. Insbesondere junge Leute, die in der Großstadt leben, verzichten immer mehr auf ein eigenes Auto. Gründe sind unter anderem hohe Anschaffungs- und Betriebskosten, permanenter Stau in den Städten oder die ständige Suche nach einem Parkplatz. Neue Statussymbole gewinnen an Relevanz, wie beispielsweise Computer oder Smartphones. Der Besitz eines eigenen Autos wird insbesondere in den Städten auch aufgrund der vielfältigen Mobilitätsangebote nicht mehr nötig sein. Vernetzte Sharing-Modelle bieten in Verbindung mit attraktiven Angeboten des öffentlichen Verkehrs und verbesserten Bedingungen für den Fuß- und Radverkehr eine gute Alternative zum Privat-Pkw.
- **Fahrzeuge mit alternativen Antrieben verdrängen Autos mit herkömmlichen Motoren.** Das Auto wird aber immer noch eine bedeutende Rolle bei der Bewältigung der individuellen Mobilität spielen. Allerdings wird das Auto der Zukunft mit Strom (mit Batterie oder Wasserstoff) angetrieben, welcher aus regenerativen Energiequellen eingespeist wird. Langfristig werden die Elektroautos Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren fast vollständig ersetzen.
- **Intelligente Verkehrsleitsysteme steuern den Verkehr.** Sie ermöglichen allen Verkehrsteilnehmern, Informationen in Echtzeit beispielsweise über Straßenauslastung oder -beschaffenheit abzurufen, eine individuelle Fahrtempfehlung zu erhalten oder über Alternativrouten informiert zu werden. Dadurch können Staus und Ineffizienzen im Straßenverkehr vermieden werden.
- **Verkehrsmittel werden kombiniert.** Die Multimodalität wird weiter zunehmen, insbesondere in den Ballungsräumen. Sharing-Konzepte ergänzen den klassischen

ÖPNV. Mobilitätsbedürfnisse werden spontan erfüllt, indem man sich bequem per Smartphone das nächstgelegene Verkehrsmittel bucht, mit dem man zu seinem Ziel fährt. Die Bezahlung erfolgt am Ende des Monats im Hintergrund per App.

- **Der Fahrradverkehr nimmt weiter zu, Pedelecs und E-Bikes tragen wesentlich dazu bei.** Der Anteil des Fahrradverkehrs nimmt insbesondere in den Großstädten, aber z. B. auch in touristischen Gebieten weiter zu. Neben der Bereitstellung der Infrastruktur (Fahrradstraßen, Parkhäuser etc.) werden sich auch die Rahmenbedingungen zur besseren Verknüpfung mit anderen Verkehrsmitteln verbessern. Elektrisch betriebene Fahrräder, Pedelecs und E-Bikes werden noch an Bedeutung gewinnen. Daneben werden auch Elektroroller und weitere elektrisch betriebene, abgasfreie Fortbewegungsmittel ihren Markt finden.
- **Dem Fußverkehr wird in den urbanen Räumen wieder mehr Aufmerksamkeit zuteil.** Der Anteil des Fußverkehrs am Modal Split wird durch gezielte Planungen und Maßnahmen zur Erhöhung bzw. Wiedergewinnung der Attraktivität von städtischen Aufenthalts- und Verkehrsräumen für die Fußgänger (und zur Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs) insbesondere in den urbanen Zentren wieder ansteigen und so zu einer nachhaltigen Mobilitätsentwicklung beitragen.

Abb. 1: Die Mobilität der Zukunft – Vernetzung von Mobilität, Energie und Informations- und Kommunikationstechnologien (1)



Quelle: Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ)

Abb. 2: Die Mobilität der Zukunft – Vernetzung von Mobilität, Energie und Informations- und Kommunikationstechnologien (2)



Quelle: Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ)

Vieles wird letztlich von der Entwicklung des Mobilitätsverhaltens hin zu einer intelligenten und effizienten, multimodalen Verkehrsmittelnutzung abhängen. Diese Entwicklung zu fördern, bedarf einer verstärkten fachübergreifenden Zusammenarbeit aller Akteure sowie einer passenden Angebotsplanung und Anreizpolitik. Aufgrund der begrenzten finanziellen Ressourcen der öffentlichen Hand führt der Weg zu einer nachhaltigen Mobilität über viele kleine Schritte, die in vielen Planungs- und Handlungsbereichen konsensorientiert und häufig mit pragmatischen Lösungen angegangen werden müssen. In diesem Konzert der Akteure können und sollten Raumordnung und Regionalentwicklung vor allem mit ihren informellen Instrumenten wesentliche Impuls-, Moderations- und Koordinierungsfunktionen wahrnehmen, nicht zuletzt, um mit der Förderung einer umweltfreundlichen Mobilität auch die Umsetzung des Leitbilds einer nachhaltigen Raumentwicklung voranzubringen.

Literatur

- Aichinger, W. (2014): Elektromobilität im städtischen Wirtschaftsverkehr. Chancen und Handlungsspielräume in den Kommunen. Berlin.
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (2013): Langfristige Sicherung von Versorgung und Mobilität in ländlichen Räumen. Berlin.
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.) (2015a): Aktionsprogramm regionale Daseinsvorsorge. Projektassistenz Umsetzungsphase. Berlin. = BMVI-Online-Publikation 04/2015.
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.) (2015b): Anpassungsstrategien zur regionalen Daseinsvorsorge. Empfehlungen der Facharbeitskreise Mobilität, Hausärzte, Altern und Bildung. Berlin. = MORO Praxis 2.
- BMVI – Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.) (2015c): Regionale Daseinsvorsorge in Europa. Berlin. = MORO Praxis 3.
- Buhl, E. (2014): „Straße als Lebensraum begreifen“ – Interview mit Albert Speer jun. In: Internationales Verkehrswesen 66 (3), 34-35.
- Bundesregierung (2009): Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung. Berlin.
- Bundesregierung (2011): Regierungsprogramm Elektromobilität. Berlin.
- Buthe, B.; Jakubowski, P.; Winkler, D. (2014): Verkehrsbild Deutschland. Bonn. = BBSR-Analysen KOMPAKT 06/2014.
- Europäische Kommission, Generaldirektion Mobilität und Verkehr (2011): Weißbuch zum Verkehr. Luxemburg.
- European Commission, Directorate-General for Mobility and Transport (2014): The Poly-SUMP Methodology. How to develop a Sustainable Urban Mobility Plan for a polycentric region. Guidelines. Brüssel.
- FGSV – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (Hrsg.) (2013): Hinweise zur Verkehrsentwicklungsplanung. Köln.
- Gsell, M.; Dehoust, G.; Hülsmann, F.; Brommer, E.; Cheung, E.; Förster, H.; Kasten, P.; Möck, A.; Mollnor Putzke, H.; Quack, D.; Peter, M.; Schwegler, R.; Bertschmann, D.; Zandonella, R. im Auftrag des Umweltbundesamtes (2015): Nutzen statt Besitzen: Neue Ansätze für eine Collaborative Economy. Dessau-Roßlau.
- KBA – Kraftfahrt-Bundesamt (2016): Jahresbilanz des Fahrzeugbestandes am 1. Januar 2016.
http://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/b_jahresbilanz.html;jsessionid=66E6BBBD2F831867BA67CA114E147EC1.live1041?nn=644526 (11.04.2016).
- Landeshauptstadt München, Referat für Gesundheit und Umwelt (2015): Integriertes Handlungsprogramm zur Förderung der Elektromobilität in München (IHFEM). Sitzungsvorlage. München.
<http://www.ris-muenchen.de/RII/RII/DOK/SITZUNGSVORLAGE/3632910.pdf> (14.07.2016).
- MVV – Münchner Verkehrs- und Tarifverbund (2015): Verbundbericht 2014. München.
- Wappelhorst, S.; Sauer, M.; Hinkeldein, D.; Bocherding, A.; Glaß, T. (2014): Potential of Electric Carsharing in Urban and Rural Areas. In: Transportation Research Procedia 4, 374-386.
- Wolter, F.; Scherf, C.; Steiner, J. (2014): eMobility 2.0 – Flexibles e-Carsharing ergänzt den öffentlichen Verkehr. In: Deine Bahn 05/2014, 16-21.

Autoren

Univ.-Prof. Dr.-Ing. **Christian Jacoby** (*1959), Mitglied der ARL, hat an der Universität Kaiserslautern Raum- und Umweltplanung studiert und nach drei Jahren Berufspraxis in Planungs- und Gutachterbüros an der Universität Kaiserslautern als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Dozent über das Thema „Strategische Umweltprüfung in der Raumplanung“ promoviert. Seit 2002 ist er Professor an der Universität der Bundeswehr München und leitet dort das Fachgebiet Raumplanung und Mobilität in der Fakultät für Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in den Bereichen raumplanerische Strategien und Klimawandel, nachhaltige Siedlungsentwicklung und Konversionsmanagement, nachhaltige Mobilitätsentwicklung, strategische Umweltprüfung und Raum- und Umweltmonitoring. In der ARL ist er zurzeit Leiter der Landesarbeitsgemeinschaft Bayern.

Dr.-Ing. **Sandra Wappelhorst** studierte Raumplanung an der Technischen Universität Dortmund. Nach dem Studium war sie zunächst im Quartiersmanagement tätig. Danach arbeitete sie zwei Jahre im Bereich der Mobilitätsforschung und wirkte bei der Projektumsetzung zur Förderung umweltverträglicher Verkehrsmittel mit. Anschließend war sie mehrere Jahre als wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Universität der Bundeswehr München beschäftigt, wo sie sich schwerpunktmäßig mit den Themen Mobilität, Klimawandel und Raumplanung befasste und zum Thema Mobilitätsmanagement in Metropolregionen promovierte. Sie arbeitet als Senior Expertin beim Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ GmbH) in Berlin mit den Themenschwerpunkten Elektromobilität in urbanen und ländlichen Räumen, betriebliche Mobilität, bidirektionales Laden, Nutzerintegration und Innovationsforschung. Darüber hinaus ist sie Lehrbeauftragte an der Universität der Bundeswehr München.

Kurzfassung / Abstract

Potenziale neuer Mobilitätsformen und -technologien für eine nachhaltige Raumentwicklung

Mobilitätsformen und Mobilitätstechnologien unterliegen zurzeit erheblichen Veränderungsprozessen, eng verknüpft mit zunehmenden umweltpolitischen Anforderungen aus dem Bereich Energiewende/Klimaschutz einerseits und dynamischen Entwicklungen im Bereich der mobilen Anwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien andererseits. Die Innovationen in diesen Bereichen, insbesondere die zunehmende Bedeutung der Elektromobilität und von Sharing-Angeboten (Carsharing, Bikesharing, Rollersharing), bergen erhebliche Potenziale für die Umsetzung des Leitbildes einer nachhaltigen Mobilitäts- und Raumentwicklung. Entsprechend muss es Aufgabe der Raumordnung und Regionalentwicklung sein, die Nutzung dieser Potenziale planerisch-konzeptionell zu unterstützen. Innerhalb der Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL), Landesarbeitsgemeinschaft (LAG) Bayern, hat sich 2013 eine Arbeitsgruppe zusammengefunden, die sich seitdem in verschiedenen Beiträgen aus unterschiedlichen wissenschaftlichen Blickwinkeln und praktischen Erfahrungshintergründen mit den Potenzialen neuer Mobilitätsformen und -technologien für eine nachhaltige Raumentwicklung auseinandergesetzt hat. Die Ergebnisse der Untersuchungen der Arbeitsgruppe werden in diesem Band vorgestellt. Zielsetzung der Arbeitsgruppe war es, Chancen und Risiken der betrachteten neuen Mobilitätsformen und -technologien aufzuzeigen und dabei insbesondere ihre Nutzung bzw. Nutzbarkeit im Hinblick auf die Förderung einer nachhaltigen Mobilitäts- und Raumentwicklung einzuschätzen.

Schlüsselwörter

Mobilität – Nachhaltige Raumentwicklung – Mobilitätstechnologien – Bayern – Sharing-Angebote – E-Mobilität

The potential of new forms of mobility and mobility technologies for sustainable spatial development

Forms of mobility and mobility technologies are currently subject to significant processes of change, closely linked to the increased environmental requirements of the energy transition and climate protection on the one hand, and dynamic developments in the field of mobile applications of information and communication technologies on the other hand. Innovations in these fields, in particular the growing significance of electric mobility and sharing solutions (car sharing, bike sharing, scooter sharing), have considerable potential for implementing the guiding principle of sustainable mobility and spatial development. It thus follows that spatial planning and regional development must provide plans and concepts to support the exploitation of this potential. Within the Academy for Spatial Research and Planning (ARL), Regional Working Group (LAG) of Bavaria, this task has been tackled by a group that came together in 2013 and has since produced various papers considering the potential of new forms of mobility and mobility technologies for sustainable spatial development, drawing on different academic perspectives and practi-

cal experience. The results of the investigations of the working group are presented in this volume. The aim of the working group was to illustrate the opportunities and risks of the new forms of mobility and mobility technologies under consideration, with a focus on assessing their use and usability in furthering sustainable mobility and spatial development.

Keywords

Mobility – sustainable spatial development – mobility technologies – Bavaria – sharing solutions – e-mobility

ISBN 978-3-88838-405-9
(PDF-Version)

ISBN 978-3-88838-406-6
(Print-Version)



www.arl-net.de